

552.662

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 11 月 4 日 (04.11.2004)

PCT

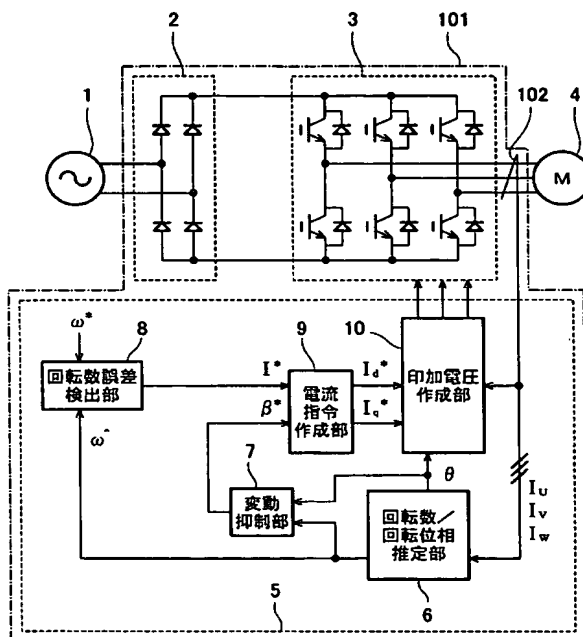
(10) 国際公開番号  
WO 2004/095684 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H02P 6/06, F04C 29/10
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/005691
- (22) 国際出願日: 2004 年 4 月 21 日 (21.04.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-117149 2003 年 4 月 22 日 (22.04.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中田 秀樹 (NAKATA, Hideki). 植田 光男 (UEDA, Mitsuo).
- (74) 代理人: 角田 嘉宏, 外 (SUMIDA, Yoshihiro et al.); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル3階有古特許事務所 Hyogo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,

[続葉有]

(54) Title: MOTOR CONTROLLING DEVICE, COMPRESSOR, AIR CONDITIONER AND REFRIGERATOR

(54) 発明の名称: モータ制御装置、圧縮機、空気調和機、及び冷蔵庫



(57) Abstract: A motor controlling device (101) is disclosed which comprises an inverter circuit (3) for driving a brushless motor (4), and a control unit which controls the rotational speed of the brushless motor (4) by regulating the phase of motor current of the brushless motor (4) via the inverter circuit (3).

(57) 要約: 本発明のモータ制御装置(101)は、ブラシレスモータ(4)を駆動するインバータ回路(3)と、インバータ回路(3)を介してブラシレスモータ(4)のモータ電流の位相を制御することにより該ブラシレスモータ(4)の回転速度を制御する制御部とを備えている。

- 8...ROTATION NUMBER ERROR SENSING UNIT  
9...CURRENT COMMAND PRODUCING UNIT  
10...APPLICATION VOLTAGE PRODUCING UNIT  
7...FLUCTUATION SUPPRESSING UNIT  
6...ROTATION NUMBER/ROTATION PHASE ESTIMATING UNIT

WO 2004/095684 A1



NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 補正書

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## モータ制御装置、圧縮機、空気調和機、及び冷蔵庫

## 〔技術分野〕

本発明は、モータ制御装置並びにそれを用いた圧縮機及び電気機器に  
5 関し、特にブラシレスモータを制御するものに関する。

## 〔技術背景〕

近年、省資源化及び低コスト化の観点からインバータ回路の入力側に  
大容量の平滑コンデンサを使用せずに、小容量のコンデンサを備えたモ  
ータ制御装置が提案されている。

10 図 1 3 はこのようなモータ制御装置の構成を示す回路図である。図 1  
3 に示すように、このモータ制御装置（以下、第 1 の従来例という）に  
おいては、コンデンサ 2 0 3 の容量が小さいため、交流電源 2 0 1 の出  
力電圧を整流回路 2 0 2 で整流して得られるインバータ回路 2 0 4 への  
入力電圧が充分平滑化できず、脈動を持った波形となる。このような脈  
15 動を持った電圧は交流電源 2 0 1 の出力電圧に同期しかつその周波数の  
2 倍の周波数を有している。そこで、ブラシレスモータ 2 0 5 に入力し  
たい所望のトルク指令に、図 1 4 （a）に示すように、インバータ回路  
2 0 4 への入力電圧に同期しかつ相似した波形を持たせることで、脈動  
を持った電圧であってもブラシレスモータ 2 0 5 を駆動でき、かつ、図  
20 1 4 （b）に示すように交流電源 2 0 1 からの入力電流  $I$  が正弦波状と  
なり、電源力率が低下しないように制御している（例えば、特開 2 0 0  
2 - 5 1 5 8 9 号公報（第 1 図、第 9 図）参照）。

一方、空気調和機や冷蔵庫などに使用されている圧縮機を駆動するブ  
ラシレスモータの場合、1 回転に 1 回の負荷変動が大きいことが原因と  
25 なって、特に低回転数領域で騒音並びに振動が発生する。特にロータリ  
ー型圧縮機や往復動圧縮機の場合、ブラシレスモータにかかる負荷トル  
クは、図 1 5 に示すように、冷媒を吐出するタイミングで最大となるよ  
うにして、モータの回転位相（回転子角度）に応じて大きく変動するた

め、回転子が1回転する間に大きく脈動し、それにより、振動及び騒音が発生する。さらに、その脈動は、平均回転数が低いほど増大し、それによる振動の振幅も増大する。そこで、負荷変動を考慮して振動が小さくなるようにモータ電流を制御する方法が提案されている。このモータ電流制御方法（以下、第2従来例という）では、推定されたモータの回転数から、1回転中の加速度あるいは速度変動分を算出し、その変動分が小さくなるようにモータ電流の指令（振幅指令）を作成する。すなわち、モータの回転位相を所定の区間に分割し、その分割された区間毎に加速度あるいは速度変動分から振動を小さくするためのトルク指令補正量を作成して、その補正量をモータ電流指令に加算する。このモータ電流制御方法では、モータ電流指令が回転子の1回転につき1回の割合で大きく増減することになるため、交流電源からの電力供給量もモータの1回転に1回の割合で大きく増減してしまい、電源力率を低下させてしまう。そのため、大容量のインダクタ並びに大容量の平滑コンデンサを設けて電源力率を低下しないようにしている（例えば、特開2001-37281号公報（第13図）参照）。

しかしながら、上記第1の従来例では、トルク指令が電源周波数の2倍の周波数で変化することから、1回転に1回の負荷変動を有する圧縮機などに適用すると、負荷変動の周波数が電源周波数の2倍の周波数とは異なるため、騒音並びに振動が低減できないという課題があった。また、上記第2の従来例を用いて、省資源化や低コスト化のために単純にインダクタや平滑用コンデンサを小容量化しようとする、電源力率が低下してしまい、電源系統に悪影響を及ぼすという課題があった。

〔発明の開示〕

25 本発明は上記のような課題に鑑みなされたもので、インダクタや平滑用コンデンサを小容量化しても電源力率を低下させることなく負荷トルク変動による振動の発生を抑制可能なモータ制御装置並びにそれを用いた圧縮機及び電気機器を提供することを目的としている。

この目的を達成するために、本発明の第1の観点に係るモータ制御装置は、ブラシレスモータを駆動するインバータ回路と、前記インバータ回路を介して前記ブラシレスモータのモータ電流の位相を制御することにより該ブラシレスモータの回転速度を制御する制御部とを備えて

5 いる。このような構成とすると、モータ電流の位相を制御することにより、回転速度が変動しないようブラシレスモータの出力トルクを制御することができる。この場合、モータ電流の振幅は変化しないので、大容量のインダクタや平滑用コンデンサを必要とせずに、電源力率を低下させることなく負荷トルクの変動に伴う振動を低減することができる。

- 10 前記制御部は、前記ブラシレスモータの負荷トルク変動による回転速度変動を抑制するよう前記モータ電流の位相を制御してもよい。

前記制御部は、前記ブラシレスモータの回転に基づいて前記回転速度変動と前記ブラシレスモータの回転位相とを検出し、該検出した回転速度変動と回転位相とに基づいて前記モータ電流の位相を制御してもよい。

15 い。

前記制御部は、前記ブラシレスモータのモータ電流に基づいて該ブラシレスモータの回転数と回転位相とを推定し、それにより、前記回転速度変動と回転位相とを検出してもよい。このような構成とすると、回転速度変動及び回転位相を簡易な構成で検出できる。

- 20 前記制御部は、前記ブラシレスモータのモータ電流の位相と振幅とを制御することにより該ブラシレスモータの回転速度を制御してもよい。

前記制御部は、前記ブラシレスモータの負荷トルク変動による回転速度変動を抑制するよう前記モータ電流の位相及び振幅を制御してもよい。このような構成とすると、モータ電流の位相と振幅との双方を任意

25 の配分で制御して回転速度変動を抑制することができるので、より自由度の高いモータ制御装置を提供することができる。また、電源力率を所望の値に設定できる。

交流電源から出力される交流電力を整流して前記インバータ回路に出

力する整流器をさらに備え、前記制御部は前記モータ電流の振幅を前記交流電源の出力電圧の絶対値に応じて制御してもよい。このような構成とすると、モータ電流の振幅を、交流電源の出力電圧の絶対値が増大する期間は小さくなり、交流電源の出力電圧の絶対値が減少する期間は大きくなるように制御することにより、交流電源から出力される電流がより滑らかになり、電源力率がさらに向上する。

前記インバータ回路への直流電力入力端子間にコンデンサをさらに備えてもよい。このような構成とすると、整流器を介して接続される交流電源の出力電圧がコンデンサの保持電圧より高い時には交流電源からコンデンサに充電電流が流れるので、その分、通電期間が長くなり、さらに電源力率が向上する。特に、平滑コンデンサを有しないモータ制御装置においてはモータの電流位相や振幅を制御しても振動が低減できないような高負荷運転の場合に、出力トルクが小さい、すなわちモータ電流が小さい時はコンデンサに充電して交流電源からの電流の流入を増大させ、出力トルクが大きい、すなわちモータ電流が大きい時はコンデンサから放電してモータ電流を増大することができるので、高負荷運転の場合においても電源力率を低下させずに振動を抑制することができる。

前記ブラシレスモータが、1回転中に1つのピークを有するようにトルクが変動する負荷を駆動するものであってもよい。このような構成とすると、本発明が特に顕著な効果を奏する。

また、本発明に係る圧縮機は、請求の範囲第9項記載のモータ制御装置により制御される前記ブラシレスモータを駆動源として備えている。

また、本発明に係る空気調和機は、請求の範囲第10項記載の圧縮機を熱媒体圧縮手段として備えている。

また、本発明に係る冷蔵庫は、請求の範囲第10項記載の圧縮機を熱媒体圧縮手段として備えている。

また、本発明の第2の観点に係るモータ制御装置は、交流電源から出

力される交流電力を直流電力に変換する電力変換器と、前記電力変換器で変換された直流電力をブラシレスモータに供給して該ブラシレスモータを駆動するインバータ回路と、前記インバータ回路の直流電力入力端子間に接続されたコンデンサと、前記インバータ回路を介して前記ブラシレスモータのモータ電流を制御することにより該ブラシレスモータの回転速度を制御する制御部とを備え、前記制御部は、前記ブラシレスモータの負荷トルク変動による回転速度変動を抑制するよう前記モータ電流を制御し、かつ前記モータ電流の振幅と前記モータ電流の平均値との比較に基づいて前記交流電源から出力される電流を制御する。このような構成とすると、モータ電流の振幅とモータ電流の平均値との比較に基づいてモータ電流の大小を判定することにより、的確に電源力率の向上を図ることができる。

前記制御部は、前記モータ電流の振幅が前記モータ電流の平均値よりも小さい期間には前記コンデンサが充電され、前記モータ電流の振幅が前記平均値よりも大きい期間には前記コンデンサが放電するよう前記交流電源から出力される電流を制御する。このような構成とすると、コンデンサの充放電に応じて交流電源から出力される電流が制御されるので、さらに電源力率を向上することができる。

前記電力変換器が整流器であり、前記インバータ回路の直流電力入力端子間にコンデンサと直列にスイッチング素子が接続され、前記制御部は前記スイッチング素子をオン・オフすることにより前記交流電源から出力される電流を制御する。

前記制御部は、前記モータ電流の振幅が前記モータ電流の平均値よりも小さい期間にはその振幅が小さくなり、前記モータ電流の振幅が前記モータ電流の平均値よりも大きい期間にはその振幅が大きくなるよう、前記交流電源から出力される電流を制御する。

前記制御部は、前記ブラシレスモータの負荷トルク変動による回転速度変動を抑制するよう前記モータ電流の位相を制御する。

本発明の上記目的、他の目的、特徴、及び利点は、添付図面参照の下、以下の好適な実施態様の詳細な説明から明らかにされる。

〔図面の簡単な説明〕

図 1 は本発明の実施の形態 1 に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

図 2 は図 1 のブラシレスモータの回転子角度に対する負荷トルク、速度、検出速度、検出加速度、及びトルク指令補正量の変化の一例を表す図である。

図 3 は変動抑制部の構成を示すブロック図である。

10 図 4 はトルク変動と電流位相指令  $\beta^*$  の出力の関係を示す特性図である。

図 5 は第 2 の従来例において平滑コンデンサを省略した場合における波形図であって、(a)は交流電源電流の波形を示す図、(b)はモータ電流の波形を示す図、(c)は電流振幅指令  $I^*$  の波形を示す図である。

15 図 6 は本実施の形態における波形図であって、(a)は交流電源電流の波形を示す図、(b)はモータ電流の波形を示す図、(c)は電流位相指令  $\beta^*$  の波形を示す図である。

図 7 は本発明の実施の形態 2 に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

20 図 8 は本発明の実施の形態 3 に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

図 9 は本発明の実施の形態 3 における波形図であって、(a)はインバータ回路の入力電圧の波形を示す図、(b)は電流振幅指令  $I^*$  の波形を示す図である。

25 図 10 は本発明の実施の形態 4 に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

図 11 は本発明の実施の形態 5 に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。



図 1 2 は本発明の実施の形態 6 に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

図 1 3 は第 1 の従来例のモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

5 図 1 4 は第 1 の従来例のモータ制御装置のトルク指令と交流電源の電圧及び電流の一例を示すグラフである。

図 1 5 は従来のロータリー型圧縮機の負荷トルク変動の一例を示す特性図である。

10 図 1 6 は本発明の実施の形態 7 に係る圧縮機の構成を示すブロック図である。

図 1 7 は本発明の実施の形態 8 に係る空気調和機の構成を示すブロック図である。

図 1 8 は本発明の実施の形態 9 に係る冷蔵庫の構成を示すブロック図である。

15 [発明を実施するための最良の形態]

(実施の形態 1)

図 1 は本発明の実施の形態 1 に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。

20 図 1 において、本実施の形態のモータ制御装置 1 0 1 は、単相交流電源（以下、単に交流電源という） 1 から出力される交流電力を整流する整流回路 2 と、整流回路 2 で整流された直流電力を交流電力に変換してブラシレスモータ 4 に供給するインバータ回路 3 と、ブラシレスモータ 4 に流れる電流（以下、モータ電流という）を検出する電流センサ 1 0 2 と、電流センサ 1 0 2 により検出されたモータ電流に基づいてインバ  
25 ータ回路 3 を駆動制御する制御部 5 とを有している。ブラシレスモータ 4 は、ここでは、例えば圧縮機（図示せず）を駆動する。

整流器 2 は、ここでは、全波整流器で構成されている。インバータ回路 3 は、ここでは、電圧型のインバータで構成されている。

制御部 5 は、マイコン等の演算器で構成され、回転数／回転位相推定部 6、変動抑制部 7、回転数誤差検出部 8、電流指令作成部 9 及び印加電圧作成部 10 を有している。

5 回転数／回転位相推定部 6 は、電流センサ 102 で検出されたモータ電流に基づいてブラシレスモータ 4 の回転位相及び回転数を推定し、これを推定回転数  $\omega^*$  及び推定回転位相  $\theta$  として出力する。電流センサ 102 は、ここでは、ブラシレスモータ 4 の三相コイルに流れる電流を検出している。なお、この回転位相並びに回転数の推定には、ブラシレスモータ 4 に印加された電圧値、ブラシレスモータ 4 の特性を表すモータ  
10 定数等を用いてもよく、また、ブラシレスモータの位置センサレス正弦波駆動でよく使われる従来技術を用いてもよい。なお、位置センサを有するブラシレスモータを駆動するモータ制御装置の場合であれば、位置センサの信号に基いて回転位相並びに回転数を求めてもよく、この場合は回転数／回転位相推定部 6 は不要となる。

15 変動抑制部 7 は、回転数／回転位相推定部 6 から出力された推定回転数  $\omega^*$  に基づいて、ブラシレスモータ 4 の負荷トルク変動に伴う回転数の変動を算出し、ブラシレスモータ 4 の回転速度変動が抑制されるような電流位相指令  $\beta^*$  を電流指令作成部 9 に出力する。

20 回転数誤差検出部 8 は、モータ制御装置 101 の外部から入力される回転数指令  $\omega^*$  と、回転数／回転位相推定部 6 から出力された推定回転数  $\omega^*$  との誤差より電流振幅指令  $I^*$  を作成し、電流指令作成部 9 に出力する。

電流指令作成部 9 は、入力された電流振幅指令  $I^*$  と電流位相指令  $\beta^*$  とから、下記の式 (2) に従って d 軸電流指令  $I_d^*$  と q 軸電流指令  $I_q^*$   
25 を作成し、印加電圧作成部 10 に出力する。なお、式 (2) から分かるように、電流位相指令  $\beta^*$  とは、モータに供給する電圧や電流を d q 座標系で表現した時の q 軸とモータ電流ベクトルとの位相差を示している。

$$I_d^* = I^* \times \sin(\beta^*)、I_q^* = I^* \times \cos(\beta^*) \quad \dots (2)$$

印加電圧作成部 10 は、電流センサ 102 で検出されたモータ電流値と回転数／回転位相推定部 6 から出力された推定回転位相  $\theta$  とから d 軸電流値  $I_d$ 、q 軸電流値  $I_q$  を検出し、これら d 軸電流値  $I_d$ 、q 軸電流値  $I_q$  が、それぞれ、d 軸電流指令  $I_d^*$ 、q 軸電流指令  $I_q^*$  になるように  
5 にブラシレスモータ 4 に印加する電圧値を作成し、この電圧値を PWM 信号としてインバータ回路 3 に出力する。つまり、d 軸電流値  $I_d$  が d 軸電流指令  $I_d^*$  となりかつ q 軸電流値  $I_q$  が q 軸電流指令  $I_q^*$  となるようにフィードバック制御が行われる。このようなフィードバック制御として、一般的な P I 制御を用いることができるが、P I 制御以外の制御  
10 方式を用いてもよい。また、ブラシレスモータ 4 に印加する電圧値を作成する際は、インバータ回路 3 の入力電圧は大きく脈動するので、インバータ回路 3 の入力電圧を検出して PWM 信号を補正してもよい（PWM 信号は図示しない）。

インバータ回路 3 は、入力された PWM 信号に基いて各スイッチング  
15 素子をオン・オフ動作させ、それにより、ブラシレスモータ 4 に、印加電圧作成部 10 が定める電圧を印加する。

以上の一連の動作を制御周期毎に継続して実行することで、ブラシレスモータ 4 のモータ電流が所望の電流振幅並びに電流位相となる。ここで、所望の電流振幅並びに電流位相とは、ブラシレスモータ 4 の回転数  
20 が回転数指令  $\omega^*$  に応じたものとなりかつ回転速度の変動が抑制されるような電流振幅並びに電流位相を意味している。

次に、本発明を特徴付ける変動抑制部 7 の構成及び原理を、具体例を挙げて説明する。

図 2 は、図 1 のブラシレスモータ 4 の回転子角度に対する負荷トルク、  
25 速度、検出速度、検出加速度、及びトルク指令補正量の変化の一例を表す図である。また、図 3 は変動抑制部 7 の構成を示すブロック図である。

まず、変動抑制部 7 の構成を説明する。

図 3 において、変動抑制部 7 は、回転数／回転位相推定部 6（図 1 参

照) から入力される推定回転数  $\omega^*$  に基づいて回転子の加速度 (以下、検出加速度という) を検出する回転子加速度検出部 11 と、目標加速度 (0) と検出加速度との誤差 (以下、加速度誤差という) を算出する減算器 12 と、減算器 12 で算出された加速度誤差に基づいて、回転子 1  
5 回転の回転子角度を N 分割してなる区間 (以下、回転子角度区間という) 毎に、トルク指令補正量を算出する第 1 ~ 第 n 加速度制御部  $A_{c1} \sim A_{cn}$  と、このトルク指令補正量を、それぞれ、電流位相指令補正量に変換する電流位相指令変換部 14 と、この電流位相指令補正量を線形補間して電流位相指令  $\beta^*$  を作成する電流位相指令補正量補間部 15 とを備  
10 えている。

次に、変動抑制部 7 の原理を説明する。

図 1 ~ 図 3 において、従来の技術の欄において説明したように、圧縮機、とくにロータリー型や往復動型圧縮機では、負荷トルクが、その回転子角度により大きく変動する。このような負荷トルクの変動が存在する  
15 場合、ブラシレスモータ 4 の回転子の回転速度 (以下、単に速度という) は、図 2 に示すように、負荷トルクが大きくなると低下し、逆に負荷トルクが小さくなると増加するように変動する。一方、回転子の加速度 (以下、単に加速度という) は、負荷トルクと正反対の形で、負荷トルクが大きいときには、加速度が小さいというように変動する。いま、  
20 圧縮機の振動を低減させたいのであるから、負荷トルクが大きな回転子角度でブラシレスモータ 4 の出力トルクを最大にし、逆に負荷トルクが低い位置でブラシレスモータ 4 の出力トルクを低下させれば、トルクが釣り合って振動が低減される。そのためには速度変動を低減すればよいが、速度変動を低減するには、加速度成分を 0 にするようにトルクを制  
25 御すればよいことは明白である。そこで、まず、入力された推定回転数  $\omega^*$  を用いて、回転子加速度検出部 11 でその値の変動を計算することにより加速度 (検出加速度) を算出 (検出) する。さらに、減算器 12 において、目標である加速度 0 との偏差から加速度誤差を求める。トル

ク変動は、回転位相に対してあるパターンを持つものであるので、制御を回転位相により切り替えることにより、制御遅れの影響を排除した制御が可能となる。

- すなわち、回転子の加速度を制御するとき、所定の回転位相に対して、
- 5    その位相に対応した加速度を用いて制御を実施しなければ、加速度制御の制御遅延により制御性能が悪化する。従って、回転子 1 回転の回転子角度を複数 (N) の区間に分割し、その区間毎に加速度制御の演算を実施する。演算は下記の式 (1) により行う。

$$tr(n+1, i) = tr(n, i) - G_a \times a(i) \quad \dots \dots \dots (1)$$

- 10    ここで、 $tr(n, i)$  : インバータトルク指令 ( $n$  : 回転目、 $i$  : 回転子角度区間)

$a(i)$  : 加速度 ( $i$  : 回転子角度区間)

$G_a$  : 制御ゲイン

- ここでは、回転子角度を N 個の回転子角度区間に分け、各回転子角度
- 15    区間毎に第 1 ~ 第 n 加速度制御部  $A_{c1} \sim A_{cn}$  において加速度制御の演算を行う。その結果、第 1 ~ 第 n 加速度制御部  $A_{c1} \sim A_{cn}$  の各々の出力はその対応する回転子角度区間におけるトルク指令補正量となる。ここで、回転子の回転に応じて、制御すべき回転子角度区間が移動するので、それに応じて動作する加速度制御部  $A_{c1} \sim A_{cn}$  を切り替える
- 20    必要があるが、これは回転数 / 回転位相推定部 6 から入力される推定回転位相  $\theta$  に基づいて行う。このトルク指令補正量はブラシレスモータ 4 の回転速度を一定に保つように働く。そして、このトルク指令補正量は、電流位相指令変換部 14 により、電流位相補正量に変換される。モータ電流の位相を進めると、ブラシレスモータ 4 の発生トルク (出力トルク)
- 25    は減少し、逆にモータ電流の位相を遅らせるとブラシレスモータ 4 の発生トルクは増大する。従って、トルク指令補正量が大きい時は、出力する電流位相補正量は小さくなり、トルク指令補正量が小さい時は電流位相補正量は大きくなる。なお、この時の電流位相補正量は、制限を設け

ておくほうが望ましい。例えば、ブラシレスモータ 4 が逆突極構造であれば、モータの出力トルクが最大となるモータ電流の位相は 0 度と 90 度との間のある回転子角度に存在し、その回転子角度より進んだ回転子角度にしても遅れた回転子角度にしてもトルクは減少するので、電流位相補正量はその角度から 90 度の範囲になるように制限される。また、ブラシレスモータ 4 が突極構造をもたないものであれば、出力トルクが最大となるモータ電流の位相は 0 度なので、電流位相補正量は 0 度から 90 度の範囲になるように制限される。

さらに、実際の回転子角度は連続であるので、電流位相指令補正量補間部 15 により、N 個の電流位相補正量が回転子角度に応じて補間されて、最終的な電流位相指令  $\beta^*$  として出力される。この回転子角度として、回転数／回転位相推定部 6 から入力される推定回転位相  $\theta$  が用いられる。

図 4 はトルク変動と電流位相指令  $\beta^*$  の出力の関係を示す特性図である。

図 1 ～ 図 4 を参照すると、第 1 ～ 第 n 加速度制御部  $A_{c1} \sim A_{cn}$  から 1 回転につき N 個の電流位相補正量が出力されるが、この N 個の電流位相補正量が電流位相指令補正量補間部 15 で補間されて、電流位相指令  $\beta^*$  として出力される。

この補間は、ここでは、線形補間が採用されている。

そして、図 4 に示すように、電流位相指令  $\beta^*$  は、ここでは、回転子角度に対し、負荷トルクが大きい部分では小さく、負荷トルクが小さい部分では大きくなるように変化する。大雑把に言えば、電流位相指令  $\beta^*$  は、略、負荷トルクと逆の位相を有するように変化する。これにより、ブラシレスモータ 4 の出力トルクは、回転子角度に対し負荷トルクの変動に対応するように変化する。

次に、以上のように構成されたブラシレスモータの駆動回路及びモータ制御装置の動作を説明する。

図 5 は第 2 の従来例において平滑コンデンサを省略した場合における

波形図であって、(a)は交流電源電流の波形を示す図、(b)はモータ電流の波形を示す図、(c)は電流振幅指令  $I^*$  の波形を示す図、図 6 は本実施の形態における波形図であって、(a)は交流電源電流の波形を示す図、(b)はモータ電流の波形を示す図、(c)は電流位相指令  $\beta^*$  の波形を示す図である。

図 1 ～ 図 4 において、交流電源 1 から出力される交流電圧は、整流回路 2 において脈動を持った直流電圧に整流されて、インバータ回路 3 に供給される。この脈動を持った直流電圧の一例（全波整流波形）を図 9 (a)に示す。インバータ回路 3 はこの脈動を持った直流電力を交流電力に変換し、ブラシレスモータ 4 に制御部 5 が定める電圧を印加してこれを駆動する。この際、ブラシレスモータ 4 の負荷トルクは図 4 に示すように、回転子の 1 回転中に 1 つのピークを有するように変動する。一方、制御部 5 は、電流センサ 102 で検出されたブラシレスモータ 4 のモータ電流に基づいて、図 6 (c)に示すように正弦波状に変化しかつ負荷トルクと略逆位相を有する電流位相指令  $\beta^*$  を作成して、この電流位相指令  $\beta^*$  に基づいてインバータ回路 3 を駆動制御する。これにより、図 6 (b)に示すように、ブラシレスモータ 4 のモータ電流の位相が回転子の回転に伴って変化し、それにより、ブラシレスモータ 4 の出力トルクが負荷トルクの変動に応じたものとなる。その結果、負荷変動に伴う速度変動により発生する振動を低減することができる。このときのモータ電流の振幅は図 6 (b)に示すように一定になるので、大容量の平滑用コンデンサを使用しない（本実施の形態では平滑コンデンサそのものを使用しない）モータ制御装置であっても、図 6 (a)に示すように交流電源 1 から出力される電流の振幅は変化しないため、電源力率が低下することはない。従って、振動抑制制御を行っても商用配電系統へ悪影響を及ぼさない。

これに対し、第 2 の従来例を平滑コンデンサを省略して圧縮機に適用すると、モータ電流の振幅が図 5 (b)に示すように変化し、それに対応して、5 (a)に示すように交流電源 1 から出力される電流の振幅が変化する

ため、電源力率が低下する。また、商用系統へ悪影響を及ぼす。

このように、本実施の形態によれば、電源力率の低下及び商用配電系統への悪影響をもたらすことなく、負荷トルク変動に起因する振動を低減することができる。

- 5     なお、上記では、負荷トルクが、回転子 1 回転につき 1 回のピークを有するように変動する場合を説明したが、本発明は、負荷トルクが任意の態様で変化する場合にも、同様に適用することができる。

- また、上記では、変動抑制部 7 において加速度に基づいて電流位相指令を作成したが、例えば速度に基づいて電流位相指令を作成しても同様  
10   の効果が得られることは明らかである。

また、上記ではインバータ回路 3 を電圧型インバータで構成したが、電流型インバータで構成しても構わない。

(実施の形態 2)

- 図 7 は本発明の実施の形態 2 に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。図 7 において図 1 と同一符号は同一又は相当する部分を示す。図 7 に示すように、本実施の形態では、制御部 5 が加算部 16 を有している。変動抑制部 7 は、さらに、電流振幅補正指令  $I_h^*$  を出力する。加算部 16 は、回転数誤差検出部 8 からの出力とこの電流振幅補正指令  $I_h^*$  とを加算して電流指令作成部 9 へ出力する。その他は実施の形態 1 と同様である。  
15     
20

- 変動抑制部 7 は、速度変動抑制を行うために、例えば、入力される推定回転数  $\omega^*$  と推定回転位相  $\theta$  とに基づいて、電流位相指令  $\beta^*$  と電流振幅指令補正值  $I_h^*$  とを作成する。トルク補正量は実施の形態 1 で説明したように求めればよく、その結果に基づいて電流位相指令  $\beta^*$  と電流振幅指令補正值  $I_h^*$  を決める。実施の形態 1 で説明したように、ブラシレスモータ 4 の出力トルク（以下、単に出力トルクという）を減少させるためには、電流位相指令  $\beta^*$  を増大してもよいし、電流振幅値を減少させてもよい。逆に、出力トルクを増大させるためには電流位相指令  $\beta^*$  を減少させ  
25



てもよいし、電流振幅値を増大させてもよい。従って、どちらをどのように定めるかは自由に決めることができる。しかしながら、電流振幅指令補正值  $I_h^*$  の値の範囲は、望ましい電源力率の値に応じて設定することもできる。例えば、電源力率を 0.9 以上としたい場合には、回転子が 1 回転する期間における電流振幅指令  $I^*$  の最大値と最小値の比率が約 0.3 以上となるように電流振幅指令補正值  $I_h^*$  を設定することが望ましい。また、電源力率を 0.95 以上としたい場合には、電流振幅指令  $I^*$  の最大値と最小値の比率が約 0.5 以上となるように電流振幅指令補正值  $I_h^*$  を設定することが望ましい。このように、所望の電源力率に応じて電流振幅指令補正值  $I_h^*$  の取り得る値の範囲を設定し、電流振幅指令  $I^*$  を決める。その状態で振動抑制が充分でない場合は速度変動が検出されるので、その場合は電流位相指令  $\beta^*$  を増減させて振動を抑制すればよい。

以上に説明したように、本実施の形態では、変動抑制部 7 が電流振幅補正值  $I_h^*$  と電流位相指令  $\beta^*$  とを速度変動を抑制するように指令するので、より自由度の高いモータ制御装置を提供することができる。また、所望の電源力率で駆動できるモータ制御装置を提供することができる。

(実施の形態 3)

図 8 は本発明の実施の形態 3 に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図、図 9 は本実施の形態における波形図であって、(a) はインバータ回路の入力電圧の波形を示す図、(b) は電流振幅指令  $I^*$  の波形を示す図である。図 8 において図 1 と同一符号は同一又は相当する部分を示す。

本実施の形態では、モータ制御装置 101 が、交流電源 1 の出力電圧を検出する電圧センサ 103 をさらに備え、制御部 5 が、電圧センサ 103 で検出された電圧の位相に基づいて回転数変動検出部 8 の出力を変調してこれを電流振幅指令  $I^*$  として電流指令作成部 9 に出力する幅変調部 17 をさらに備えている。その他の点は、実施の形態 1 と同様である。

具体的には、インバータ回路 3 に印加される電圧（入力電圧）は、図 9 (a) に示すように脈動する。このインバータ回路 3 の入力電圧は、交流電源 1 の出力電圧の絶対値の変化に従って変動し、その出力電圧の絶対値が大きい時は、インバータ回路 3 の入力電圧も高いため、ブラシレス  
5 モータ 4 に電流が流れやすくなる。また、インバータ回路 3 と整流回路 2 との間に小容量のコンデンサ（図示せず）が配置される場合には、そのコンデンサの電圧よりも交流電源 1（正確には整流回路 2）の出力電圧が高くなるとコンデンサへのチャージ電流が発生する。

そこで、振幅変調部 17 は、電圧センサ 103 を介して検出した交流  
10 電源 1 の電圧位相に基づき回転数変動検出部 8 の出力を変調して、図 9 (b) に示すように、交流電源 1 の出力電圧の絶対値が増大する期間はブラシレスモータ 4 に流れる電流が小さくなり、交流電源 1 の出力電圧の絶対値が減少する期間はブラシレスモータ 4 に流れる電流が大きくなるような電流振幅指令  $I^*$  を作成し、これを電流指令作成部 9 に出力する。こ  
15 の結果、電流振幅指令  $I^*$  の変動周波数は、交流電源 1 の電源周波数の 2 倍の周波数となる。

これにより、交流電源 1 から流入する電流がより滑らかになり、電源力率がさらに向上する。なお、上記では実施の形態 1 を変形する場合を説明したが、実施の形態 2 を同様に変形してもよい。この場合、図 8 の  
20 振幅変調部 17 の出力を図 2 の加算部 16 に入力すればよい。

#### （実施の形態 4）

図 10 (a) は本発明の実施の形態 4 に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。図 10 (a) において図 1 と同一符号は同一又は相当する部分を示す。

25 本実施の形態では、モータ制御装置 101 が、整流回路 2 とインバータ回路 3 の間に設けられた充放電回路 18 をさらに備えている。

充放電回路 18 は、整流回路 2 の出力端子間に接続されたコンデンサで構成されている。

このような構成とすることにより、整流回路 2 の出力電圧が、コンデンサに保持された電圧を超えると、コンデンサに充電が開始される。この充電は、コンデンサに保持された電圧に対し、脈動する整流回路 2 の出力電圧が高い時は常に行われ、整流回路 2 の出力電圧が低い時にはコンデンサからの放電が行われる。図 9 (a) に示すように、充放電回路 1 8 が存在しない場合には、インバータ回路 3 の入力電圧の最小値はほぼ 0 V になるため、充放電回路 1 8 のコンデンサは、交流電源 1 の出力電圧に同期してその 2 分の 1 の周期で完全に放電される。このように、交流電源 1 の出力電圧の 2 分の 1 の周期で必ず放電が行われるので、交流電源 1 の出力電圧が高い時には毎回充電用の電流が流れ、交流電源 1 からの電流の流入量が増大する。その結果、通電期間が長くなり、さらに電源力率が向上する。また、高負荷運転の場合においても電源力率を低下させずに振動を低減することが可能である。また、充放電回路 1 8 のコンデンサの静電容量  $C[F]$  は、例えば、ブラシレスモータ 4 の消費電力を  $P[W]$  とすると、 $0[F]$  を超えかつ  $2 \times 10^{-7} \times P[F]$  程度以下であればよい。

なお、上記では、実施の形態 1 を変形したが、実施の形態 2 及び 3 を同様に変形し同様の効果を得ることができるのはいうまでもない。

また、充放電回路 1 8 の代わりに図 10 (b) に示すように、互いに直列に接続されたツェナーダイオードとコンデンサとで構成される充放電回路 1 8 a を用いてもよい。この構成においては、コンデンサに保持された電圧とツェナーダイオードの降伏電圧との和を超えると、コンデンサに充電が開始されることになる点が図 10 (a) に示した充放電回路と異なるだけで、上述のように電流が流れ、上述の場合と同様に電源力率が向上する効果を奏する。ツェナーダイオードに流れる突入電流(コンデンサに充電される瞬間の最初の電流)を小さくしたい場合は、ツェナーダイオードとコンデンサとの他に抵抗を直列接続してもよい(図示しない)。充放電回路 1 8 a の場合におけるコンデンサの静電容量は、

上述の場合と同程度でよい。

なお、交流電源 1 と整流回路 2 との間にインダクタを挿入すれば、電流の高調波成分が抑制されるので電源力率がさらに向上することはいうまでもない（図示しない）。このインダクタのインダクタンス  $L[H]$  は、  
5 例えば、コンデンサの静電容量を  $C[F]$  とすると、 $0[H]$  を超えかつ  $9 \times 10^{-9} \times C[H]$  程度以下であればよい。

（実施の形態 5）

図 1 1 は本発明の実施の形態 5 に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。図 1 1 において図 1 と同一符号は同一又は相当する部分を示す。  
10

本実施の形態は、モータ制御装置 1 0 1 が、充放電回路制御部 1 9、充放電回路 2 0、電圧センサ 1 0 3、及び電流センサ 1 0 4 をさらに備えている。その他の点は実施の形態 1 と同様である。

充放電回路 1 9 は、整流回路 2 の出力端子間に互いに直列に接続された双方向スイッチとコンデンサとで構成されている。双方向スイッチは、  
15 ここでは充電スイッチ及び放電スイッチとして用いられる。充放電回路制御部 1 9 は、トルク指令オンオフ判定部 2 1 と、交流電流指令作成部 2 2 と、充電スイッチ指令作成部 2 3 と、放電スイッチ指令作成部 2 4 とを備えている。

トルク指令オンオフ判定部 2 1 は、制御部 5 からの電流振幅指令  $I^*$  を受けて、ブラシレスモータ 4 に与える電流振幅指令値が大きい時であるか小さい時であるかを判定する。その判定方法は、電流振幅指令  $I^*$  の回転子 1 回転の平均値（以下、電流振幅指令平均値という）を求め、現在の電流振幅指令  $I^*$ （以下、電流振幅指令現在値という）が電流振幅  
25 指令平均値と比較して大きいか小さいかを判定する。この判定結果は交流電流指令作成部 2 2 に出力される。

交流電流指令作成部 2 2 は、電圧センサ 1 0 3 を介して交流電源 1 の電圧位相を検出し、トルク指令オンオフ判定部 2 1 の判定結果に基づい

て、交流電流指令  $I_{ac}^*$  を作成する。上記判定において電流振幅指令現在値が電流振幅指令平均値より小さい期間（以下、期間 1 という）では、交流電流指令  $I_{ac}^*$  を交流電源 1 の電圧位相に基づいて作成し、電流振幅指令現在値が電流振幅指令平均値より大きい期間（以下、期間 2 という）では交流電流指令  $I_{ac}^*$  の出力を停止する。期間 1 ではインバータ回路 3 がブラシレスモータ 4 に印加する電圧値が小さいので、モータ電流は小さい。従って、交流電源 1 から流入する電流（以下、交流電源電流という）は、ほとんどが充放電回路 20 のコンデンサに充電される。そこで、交流電流指令  $I_{ac}^*$  は、交流電源電流の振幅値が期間 1 の間中、コンデンサの電圧が過電圧にならない範囲に制限されるように作成される。そして、このように作成された交流電流指令  $I_{ac}^*$  は、充電スイッチ指令作成部 23 に入力される。充電スイッチ指令作成部 23 は、電流センサ 104 を介して検出した交流電源電流の値が交流電流指令  $I_{ac}^*$  に一致するようにフィードバック制御する。このフィードバック制御は、充放電回路 20 の充電スイッチを PWM 動作させることによって遂行される。ここで使用するフィードバックアルゴリズムには一般的には PI 制御が採用されるが、これに限るものではない。

一方、期間 2 では、充電スイッチ指令作成部 23 は交流電流指令  $I_{ac}^*$  が入力されないので、充電スイッチを停止させる。

また、期間 2 では、インバータ回路 3 がブラシレスモータ 4 に印加する電圧値が大きいので、モータ電流は大きい。従って、交流電源電流も大きい。しかし、交流電源 1 の出力電圧が小さい時はブラシレスモータ 4 に所要の電圧を印加しにくくなる。そこで、放電スイッチ指令作成部 24 は、充放電回路 20 の放電スイッチをオンさせることにより、ブラシレスモータ 4 に所要の電圧を印加すると同時に次の期間 1 でコンデンサを充電できるようにする。放電スイッチ指令作成部 24 は、電圧センサ 103 を介して検出した交流電源 1 の電圧位相に基づいて放電スイッチをオンするタイミングを決める。

以上の動作をブラシレスモータ 4 の 1 回転毎に継続的に行うことで、交流電源 1 からの電源力率を高めることができる。

なお、制御部 5 はモータ電流の振幅を制御することによって振動を抑制する第 2 の従来例における制御部で構成してもよい。

## 5 (実施の形態 6)

図 1 2 は本発明の実施の形態 6 に係るモータ制御装置の構成を示すブロック図である。図 1 2 において図 1 1 と同一符号は同一又は相当する部分を示す。

図 1 2 に示すように、本実施の形態では、実施の形態 5 (図 1 1) の  
10 充放電回路 2 0 及び充放電回路制御部 2 1 が、それぞれ、コンバータ回路 2 5 及びコンバータ回路制御部 2 6 に置き換えられ、電圧センサ 1 0 5 をさらに備えている。その他の点は実施の形態 5 と同様である。

コンバータ回路 2 5 は、インダクタ、スイッチング素子、ダイオード、及びコンデンサを備えた周知の回路で構成されている。

15 コンバータ回路制御部 2 6 は、トルク指令オンオフ判定部 2 1、交流電流指令作成部 2 2、充放電指令作成部 2 9 とを備えている。

トルク指令オンオフ判定部 2 1 は実施の形態 5 と同様である。交流電流指令作成部 2 8 は、電圧センサ 1 0 3 を介して交流電源 1 の電圧位相を検出し、正弦波状の交流電流指令を作成する。充放電指令作成部 2 9  
20 は、電流センサ 1 0 4 を介して交流電源電流を検出し、交流電源電流の値がこの交流電流指令に一致するように該交流電源電流をフィードバック制御する。このフィードバック制御は、充放電指令作成部 2 9 がコンバータ回路 2 5 のスイッチング素子に P W M 制御信号を出力し、そのスイッチング素子とその P W M 信号に従ってスイッチング動作することにより遂行される。このフィードバック制御は、一般的には P I 制御が採用  
25 されるが、これに限るものではない。

交流電流指令作成部 2 8 は、期間 1 と期間 2 とで、作成する交流電流指令の振幅値が異なる。期間 1 では、ブラシレスモータ 4 のモータ電流

を小さくするので、インバータ回路 3 にはほとんど電流が流れない。従って、コンバータ回路 2 5 のコンデンサは交流電流指令に基づいた電流によって充電される。一方、期間 2 では、インバータ回路 3 を通じてブラシレスモータ 4 に電流が流れるので、充電されたコンデンサから放電  
5 されると同時に、交流電源 1 から電力が供給される。そこで、期間 1 においては、交流電流指令の振幅値を小さくし、期間 2 においては交流電流指令の振幅値を大きくする。なお、交流電流指令の期間 2 における振幅値に対する期間 1 の振幅値の比率は、電源力率を 0.9 にしたい場合には 0.3 以上に、電源力率を 0.95 にしたい場合には 0.5 以上  
10 に設定すればよい。但し、ブラシレスモータ 4 が 1 回転した時にコンデンサの充電量と放電量とが等しくなることが必要であるため、交流電流指令作成部 2 2 は、電圧センサ 1 0 5 を介してコンデンサの保持電圧を検出し、それに基づいて交流電流指令の振幅値を調整する。

(実施の形態 7)

15 本発明の実施の形態 7 では、実施の形態 1 から実施の形態 6 に示したモータ制御装置を使用した圧縮機について説明する。

図 1 6 は本発明に係る実施の形態 7 の圧縮機の構成を示すブロック図である。

図 1 6 において、交流電源 1 に接続された圧縮機 4 1 は、モータ制御  
20 装置 1 0 1、及びブラシレスモータ 4 により駆動される圧縮機構 4 2 を有している。実施の形態 7 において、ブラシレスモータ 4 及び交流電源 1 は、前述の実施の形態 1 と同様の機能、構成を有する。また、モータ制御装置 1 0 1 は前述の実施の形態 1 から実施の形態 6 のいずれかに示したモータ制御装置で構成されている。このモータ制御装置 1 0 1 の出力は、圧縮機構 4 2 の内部に配置されているブラシレスモータ 4 に入力  
25 されており、モータ制御装置 1 0 1 によりブラシレスモータ 4 が回転駆動されている。ブラシレスモータ 4 の回転動作により、圧縮機構 4 2 は吸入した冷媒を圧縮して高圧冷媒を吐出する。

圧縮機構 4 2 はロータリー型の機構あるいは往復動型の機構であり、ブラシレスモータ 4 の回転に同期した負荷変動をブラシレスモータ 4 に与える。実施の形態 1 から実施の形態 6 のモータ制御装置を用いることによって、ブラシレスモータ 4 の速度変動が抑制されるので、振動が少  
5 なく、かつ、電源力率が高い圧縮機を提供することができる。また、本発明は、大容量のインダクタやコンデンサを使用しない圧縮機を提供できるので、小型で軽量の圧縮機を提供することができる。

(実施の形態 8)

本発明の実施の形態 8 では、実施の形態 1 から実施の形態 6 に示した  
10 モータ制御装置を使用した空気調和機について説明する。

図 1 7 は本発明の実施の形態 8 に係る空気調和機の構成を示すブロック図である。

図 1 7 において、本実施の形態の空気調和機 4 3 は、室内機 4 4 及び  
室外機 4 5 を有しており、これらによって室内の冷暖房を行う。室外機  
15 4 5 は、圧縮機 4 1 を有している。この圧縮機 4 1 は、実施の形態 7 の圧縮機で構成されており、圧縮機構 4 2 とモータ制御装置 1 0 1 とを有している。モータ制御装置 1 0 1 には交流電源 1 が接続されている。そして、既述のように、圧縮機構 4 2 は、内部に配設されたブラシレスモータ（図 1 7 に示さず）によって駆動され、このブラシレスモータがモ  
20 ータ制御装置 1 0 1 によって制御される。また、ブラシレスモータ及び交流電源 1 は、実施の形態 1 と同様に構成され機能する。また、モータ制御装置 1 0 1 は実施の形態 1 から実施の形態 6 のいずれかに示したモータ制御装置によって構成されている。

圧縮機構 4 2 は、冷媒を室内機 4 4 と室外機 4 5 との間で循環させて  
25 いる。

室内機 4 4 は、この冷媒の循環経路（以下、冷媒循環経路という）中に配設された室内側熱交換器 4 8 を有している。室内側熱交換器 4 8 は、この室内側熱交換器 4 8 の熱交換能力を上げるための送風機 4 8 a と、



この室内側熱交換器 4 8 の温度もしくはその周辺温度を測定する温度センサ 4 8 b とを有している。

5 室外機 4 5 は、圧縮機 4 1 の他に、冷媒循環経路中に配設された四方弁 4 6、絞り装置 4 7、及び室外側熱交換器 4 9 を有している。室外側熱交換器 4 9 は、この室内側熱交換器 4 9 の熱交換能力を上げるための送風機 4 9 a と、この室内側熱交換器 4 9 の温度もしくはその周辺温度を測定する温度センサ 4 9 b とを有している。

10 四方弁 4 6 は、圧縮機構 4 2 の吐出ポート及び吸入ポートの冷媒循環経路への接続を切り換える。この四方弁 4 6 の切換動作により、冷媒循環経路内を流れる冷媒の方向が切り換えられる。例えば、空気調和機 4 3 の冷媒循環経路において、冷媒の方向が矢印 A 方向に切り換えられると、室外側熱交換器 4 9 を通過した冷媒が四方弁 4 6 を介して圧縮機構 4 2 に吸入され、この圧縮機構 4 2 から吐出された冷媒が室内側熱交換器 4 8 へ供給される。一方、四方弁 4 6 の切換動作により、冷媒の方向  
15 が矢印 B 方向に切り換えられると、室内側熱交換器 4 8 を通過した冷媒が四方弁 4 6 を介して圧縮機構 4 2 に吸入され、圧縮機構 4 2 から吐出された冷媒が室外側熱交換器 4 9 へ供給される。このように、四方弁 4 6 の切換動作により冷媒の流れる方向が切り替えられる。

20 室内側熱交換器 4 8 と室外側熱交換器 4 9 とをつなぐ冷媒循環経路に設けられた絞り装置 4 7 は、循環する冷媒の流量を絞る絞り作用と、冷媒の流量を自動調整する弁の作用とをあわせ持つ。この絞り装置 4 7 は、冷媒が冷媒循環経路を循環している状態で、凝縮器から蒸発器へ送り出された液冷媒の流量を絞って、その直後に液冷媒を膨張させるとともに、蒸発器に必要とされる量の冷媒を過不足なく供給する。この空気調和機  
25 4 3 では、室内側熱交換器 4 8 は暖房運転では凝縮器として、冷房運転では蒸発器として動作する。また、室外側熱交換器 4 9 は、暖房運転では蒸発器として、冷房運転では凝縮器として動作する。凝縮器では、内部を流れる高温高圧のガス状の冷媒が、送り込まれる空気により熱を奪

われて徐々に液化し、凝縮器の出口付近では高圧の液体あるいは液体と気体の混合状態となる。これは、冷媒が大気中に熱を放熱して液化することと等しい。また、蒸発器には絞り装置 4 7 で低温低圧となった液体あるいは液体と気体との混合状態の冷媒が流れ込む。この状態において、

5 蒸発器に周囲の空気が送り込まれると、冷媒は空気から大量の熱を奪って蒸発し、気体の量が増大した冷媒となる。蒸発器にて大量の熱を奪われた空気は室内機 4 4 又は室外機 4 5 の吹き出し口から冷風となって放出される。

空気調和機 4 3 では、運転状態、つまり空気調和機 4 3 に対して設定

10 された目標温度、実際の室温及び外気温に基づいてブラシレスモータの指令回転数が設定される。モータ制御装置 1 0 1 は、実施の形態 1 で述べたように、設定された指令回転数に基づいて圧縮機構 4 2 のブラシレスモータの回転数を制御する。

次に、以上のように構成された空気調和機 4 3 の冷房及び暖房動作に

15 ついて説明する。

図 1 7 において、空気調和機 4 3 では、モータ制御装置 1 0 1 から圧縮機構 4 2 のブラシレスモータ(図示せず)に駆動電圧が印加されると、冷媒循環経路内に冷媒が循環する。このとき、室内機 4 4 の熱交換器 4 8 及び室外機 4 5 の熱交換器 4 9 において熱交換が行われる。つまり、

20 空気調和機 4 3 では、冷媒の循環閉路に封入された冷媒を圧縮機構 4 2 により循環させることにより、冷媒の循環閉路内に周知のヒートポンプサイクルが形成される。これにより、室内の暖房あるいは冷房が行われる。

例えば、空気調和機 4 3 の暖房運転を行う場合、ユーザの操作により、

25 四方弁 4 6 は、冷媒が矢印 A で示す方向に流れるよう設定される。この場合、室内側熱交換器 4 8 は凝縮器として動作して、冷媒循環経路での冷媒の循環により熱を放出する。これにより室内が暖められる。

逆に、空気調和機 4 3 の冷房運転を行う場合、ユーザの操作により、

四方弁 4 6 は、冷媒が矢印 B で示す方向に流れるよう設定される。この場合、室内側熱交換器 4 8 は蒸発器として動作して、冷媒循環経路での冷媒の循環により周辺空気の熱を吸収する。これにより室内が冷やされる。

- 5      この動作の間、空気調和機 4 3 では、この空気調和機 4 3 に設定された目標温度、実際の室温及び外気温度に基づいて指令回転数が決定され、実施の形態 1 で述べたように、決定された指令回転数に基づいて、モータ制御装置 1 0 1 により、圧縮機構 4 2 のブラシレスモータの回転数が制御される。この結果、空気調和機 4 3 は快適な冷暖房を行うことがで  
10    きる。

なお、本実施の形態では、冷房及び暖房の両方の運転が可能な空気調和機を説明したが、冷房専用の空気調和機の場合は、四方弁 4 6 を省略して、矢印 B の方向に冷媒が流れるように構成すればよい。

- 15    以上に説明したように、本発明によれば、大容量のインダクタやコンデンサを使用しない圧縮機を用いた空気調和機を提供することができる。  
（実施の形態 9）

図 1 8 は本発明の実施の形態 9 に係る冷蔵庫の構成を示すブロック図である。

- 20    実施の形態 9 の冷蔵庫 5 1 は、圧縮機 4 1、凝縮器 5 2、冷蔵室蒸発器 5 3、及び絞り装置 5 4 を有している。この圧縮機 4 1 は、実施の形態 7 の圧縮機で構成されており、圧縮機構 4 2 とモータ制御装置 1 0 1 とを有している。モータ制御装置 1 0 1 には交流電源（ここでは単相交流電源）1 が接続されている。そして、既述のように、圧縮機構 4 2 は、内部に配設されたブラシレスモータ（図 1 8 に示さず）によって駆動さ  
25    れ、このブラシレスモータがモータ制御装置 1 0 1 によって制御される。また、ブラシレスモータ及び交流電源 1 は、実施の形態 1 と同様に構成され機能する。また、モータ制御装置 1 0 1 は実施の形態 1 から実施の形態 6 のいずれかに示したモータ制御装置によって構成されている。

圧縮機構 4 2 は、冷媒を循環させており、この冷媒循環経路中に、凝縮器 5 2、絞り装置 5 4、及び冷蔵室蒸発器 5 3 が、冷媒の循環方向においてこの順に配設されている。

凝縮器 5 2 は、内部を流れる高温高圧のガス状の冷媒を凝縮させて、  
5 冷媒の熱を外気に放出するものである。この凝縮器 5 2 に送り込まれた冷媒ガスは、外気により熱を奪われて徐々に液化し、凝縮器 5 2 の出口付近では高圧の液体あるいは液体と気体の混合状態となる。

絞り装置 5 4 は、実施の形態 8 の空気調和機 4 3 の絞り装置 4 7 と同様、冷媒が冷媒循環経路を循環している状態において、凝縮器 5 2 から  
10 送り出された冷媒の流量を絞って冷媒を膨張させるとともに、冷蔵室蒸発器 5 3 に必要とされる量の冷媒を過不足なく供給する。

冷蔵室蒸発器 5 3 は、低温の冷媒を蒸発させて冷蔵庫内の冷却を行う。この冷蔵室蒸発器 5 3 は、熱交換の効率を上げるための送風機 5 3 a と、庫内の温度を検出する温度センサ 5 3 b とを有している。

15 次に、以上のように構成された冷蔵庫 5 1 の動作について説明する。

図 1 8 において、冷蔵庫 5 1 では、モータ制御装置 1 0 1 から圧縮機構 4 2 のブラシレスモータ（図示せず）に駆動電圧が印加されると、圧縮機構 4 2 が動作して、冷媒循環経路内を冷媒が矢印方向に循環する。このとき、凝縮器 5 2 及び冷蔵室蒸発器 5 3 にて熱交換が行われて、冷  
20 蔵庫 5 1 内が冷却される。言い換えれば、凝縮器 5 2 で凝縮された冷媒は、絞り装置 5 4 にてその流量が絞られることにより膨張して、低温の冷媒となる。そして、冷蔵室蒸発器 5 3 へ低温の冷媒が送り込まれると、冷蔵室蒸発器 5 3 では、低温の冷媒が蒸発して、冷蔵庫内の冷却が行われる。このとき、冷蔵室蒸発器 5 3 には、送風機 5 3 a により強制的に  
25 冷蔵室内の空気が送り込まれており、冷蔵室蒸発器 5 3 では、効率よく熱交換が行われる。

また、冷蔵庫 5 1 では、この冷蔵庫 5 1 に設定された目標温度及び冷蔵庫内の室温に応じて指令回転数が設定され、この設定された指令回転

数に基づいてモータ制御装置 101 が、実施の形態 8 と同様に、圧縮機構 42 のブラシレスモータの回転数を制御する。この結果、冷蔵庫 51 では、冷蔵庫内の温度が目標温度に維持される。

5      このように、本実施の形態の冷蔵庫 51 では、低振動でかつ、電源力率の小さい圧縮機 41 を備えているため、従来のモータ制御装置に比べて、モータ制御装置 101 の冷蔵庫 51 内における配置の自由度が高まる。また、モータ制御装置 101 の配置の自由度が高まることによって、冷蔵庫 51 の庫内容積が増大できるという効果が得られる。また、軽量のモータ制御装置 101 を備えるので、冷蔵庫 51 の重量を軽減すること  
10      ができる。

上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び／  
15      又は機能の詳細を実質的に変更できる。

〔産業上の利用の可能性〕

本発明に係るモータ制御装置は、圧縮機等に用いられるモータ制御装置として有用である。

20      本発明に係る圧縮機は、空気調和機及び冷蔵庫等の電気機器に用いられる圧縮機として有用である。

本発明に係る空気調和機は、電源力率を低下させることなく負荷トルク変動による振動の発生を抑制可能な空気調和機として有用である。

本発明に係る冷蔵庫は、電源力率を低下させることなく負荷トルク変動による振動の発生を抑制可能な冷蔵庫として有用である。

## 請 求 の 範 囲

1. ブラシレスモータを駆動するインバータ回路と、

5 前記インバータ回路を介して前記ブラシレスモータのモータ電流の位相を制御することにより該ブラシレスモータの回転速度を制御する制御部とを備えた、モータ制御装置。

2. 前記制御部は、前記ブラシレスモータの負荷トルク変動による回転速度変動を抑制するよう前記モータ電流の位相を制御する、請求の範囲第1項記載のモータ制御装置。

10 3. 前記制御部は、前記ブラシレスモータの回転に基づいて前記回転速度変動と前記ブラシレスモータの回転位相とを検出し、該検出した回転速度変動と回転位相とに基づいて前記モータ電流の位相を制御する、請求の範囲第2項記載のモータ制御装置。

15 4. 前記制御部は、前記ブラシレスモータのモータ電流に基づいて該ブラシレスモータの回転数と回転位相とを推定し、それにより、前記回転速度変動と回転位相とを検出する、請求の範囲第3項記載のモータ制御装置。

20 5. 前記制御部は、前記ブラシレスモータのモータ電流の位相と振幅とを制御することにより該ブラシレスモータの回転速度を制御する、請求の範囲第1項記載のモータ制御装置。

6. 前記制御部は、前記ブラシレスモータの負荷トルク変動による回転速度変動を抑制するよう前記モータ電流の位相及び振幅を制御する、請求の範囲第5項記載のモータ制御装置。

25 7. 交流電源から出力される交流電力を整流して前記インバータ回路に出力する整流器をさらに備え、

前記制御部は前記モータ電流の振幅を前記交流電源の出力電圧の絶対値に応じて制御する、請求の範囲第5項記載のモータ制御装置。

8. 前記インバータ回路への直流電力入力端子間にコンデンサをさら

に備えた、請求の範囲第 1 項記載のモータ制御装置。

9. 前記ブラシレスモータが 1 回転中に 1 つのピークを有するようにトルクが変動する負荷を駆動するものである、請求の範囲第 1 項記載のモータ制御装置。

5 10. 請求の範囲第 9 項記載のモータ制御装置により制御される前記ブラシレスモータを駆動源として備えた、圧縮機。

11. 請求の範囲第 10 項記載の圧縮機を熱媒体圧縮手段として備えた空気調和機。

12. 請求の範囲第 10 項記載の圧縮機を熱媒体圧縮手段として備えた冷蔵庫。

10

## 補正書の請求の範囲

[2004年10月5日(05.10.04)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲1及び5は補正された；出願当初の請求の範囲2-4、6及び9-12は取り下げられた；新しい請求の範囲13-21が加えられた；他の請求の範囲は変更なし。(3頁)]

1. (補正後) ブラシレスモータを、正弦波を印加して駆動するインバータ回路と、

5 前記ブラシレスモータのモータ電流に基づいて該ブラシレスモータの回転数と回転位相とを推定し、それにより、負荷トルク変動による回転速度変動を演算し、該回転速度変動を抑制するように前記ブラシレスモータの電流位相を制御する制御部とを備えた、モータ制御装置。

2. (削除)

10 3. (削除)

4. (削除)

5. (補正後) 前記制御部は、前記ブラシレスモータのモータ電流の位相と振幅とを制御することにより該ブラシレスモータの回転速度変動を抑制する、請求の範囲第1項記載のモータ制御装置。

15 6. (削除)

7. 交流電源から出力される交流電力を整流して前記インバータ回路に出力する整流器をさらに備え、

前記制御部は前記モータ電流の振幅を前記交流電源の出力電圧の絶対値に応じて制御する、請求の範囲第5項記載のモータ制御装置。

20 8. 前記インバータ回路への直流電力入力端子間にコンデンサをさらに備えた、請求の範囲第1項記載のモータ制御装置。

9. (削除)

10. (削除)

11. (削除)

25 12. (削除)

13. (追加) 交流電源から出力される交流電力を直流電力に変換する電力変換器と、前記電力変換器で変換された直流電力をブラシレスモータに供給して該ブラシレスモータを駆動するインバータ回路と、前記



インバータ回路の直流電力入力端子間に接続されたコンデンサと、前記インバータ回路を介して前記ブラシレスモータのモータ電流を制御することにより該ブラシレスモータの回転速度を制御する制御部とを備え、

5 前記制御部は、前記ブラシレスモータの負荷トルク変動による回転速度変動を抑制するよう前記モータ電流を制御し、かつ前記モータ電流の振幅と前記モータ電流の平均値との比較に基づいて前記交流電源から出力される電流を制御する、モータ制御装置。

1 4. (追加) 前記制御部は、前記モータ電流の振幅が前記モータ電流の平均値よりも小さい期間には前記コンデンサが充電され、前記モータ電流の振幅が前記平均値よりも大きい期間には前記コンデンサが放電するよう前記交流電源から出力される電流を制御する、請求の範囲第 1  
10 3 項記載のモータ制御装置。

1 5. (追加) 前記電力変換器が整流器であり、前記インバータ回路の直流電力入力端子間にコンデンサと直列にスイッチング素子が接続され、前記制御部は前記スイッチング素子をオン・オフすることにより前記交流電源から出力される電流を制御する、請求の範囲第 1 4 項記載の  
15 モータ制御装置。

1 6. (追加) 前記制御部は、前記モータ電流の振幅が前記モータ電流の平均値よりも小さい期間にはその振幅が小さくなり、前記モータ電流の振幅が前記モータ電流の平均値よりも大きい期間にはその振幅が大きくなるよう、前記交流電源から出力される電流を制御する、請求の範囲第 1 4 項記載のモータ制御装置。  
20

1 7. (追加) 前記制御部は、前記ブラシレスモータの負荷トルク変動による回転速度変動を抑制するよう前記モータ電流の位相を制御する、  
25 請求の範囲第 1 3 乃至 1 6 項記載のモータ制御装置。

1 8. (追加) 前記ブラシレスモータが 1 回転中に 1 つのピークを有するようにトルクが変動する負荷を駆動するものである、請求の範囲第 1、5、7、8、及び 1 3 乃至 1 7 項のいずれかに記載のモータ制御装

置。

19. (追加) 請求の範囲第18項記載のモータ制御装置により制御される前記ブラシレスモータを駆動源として備えた、圧縮機。

20. (追加) 請求の範囲第19項記載の圧縮機を熱媒体圧縮手段として備えた空気調和機。

21. (追加) 請求の範囲第19項記載の圧縮機を熱媒体圧縮手段として備えた冷蔵庫。

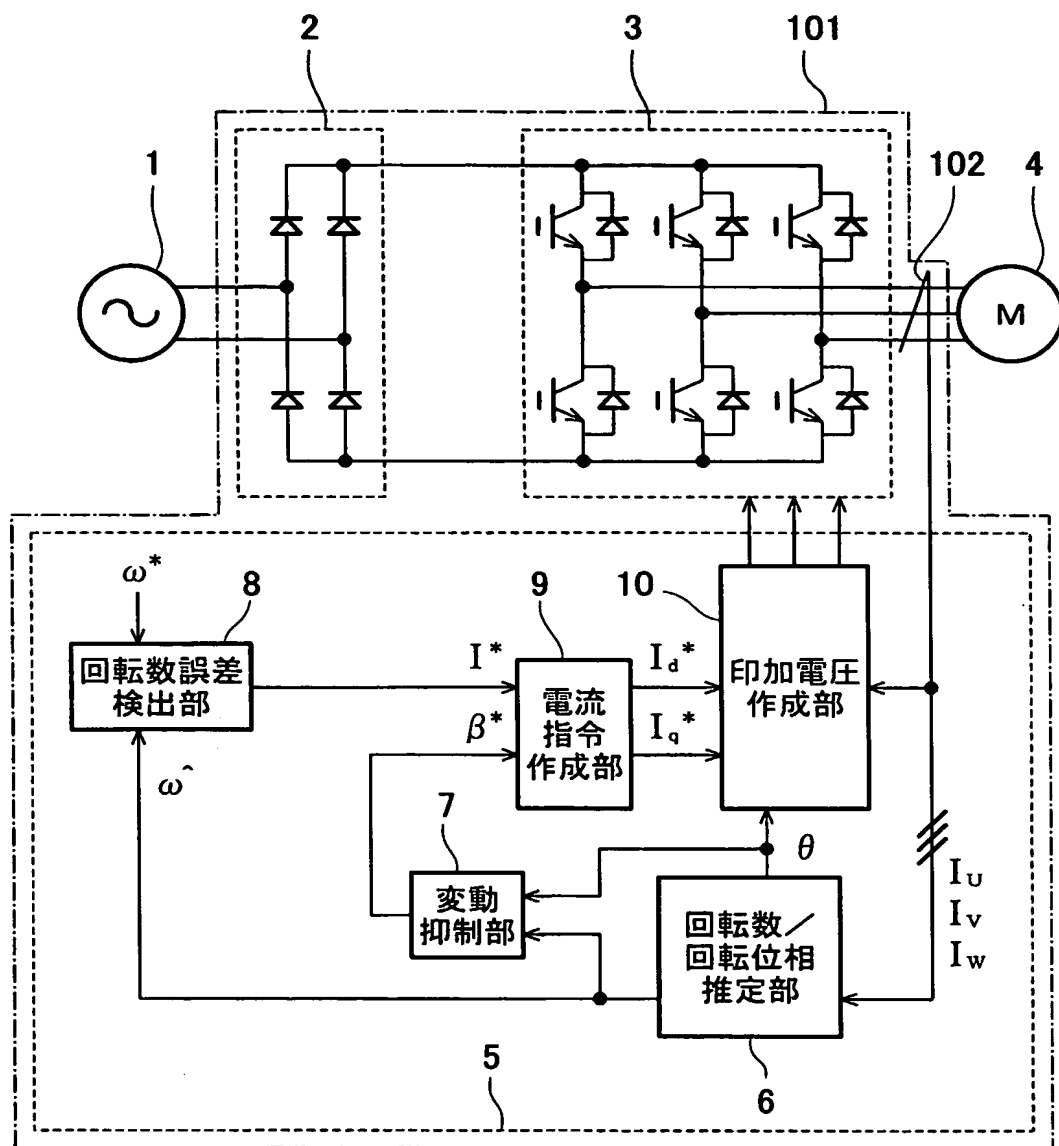


図 1

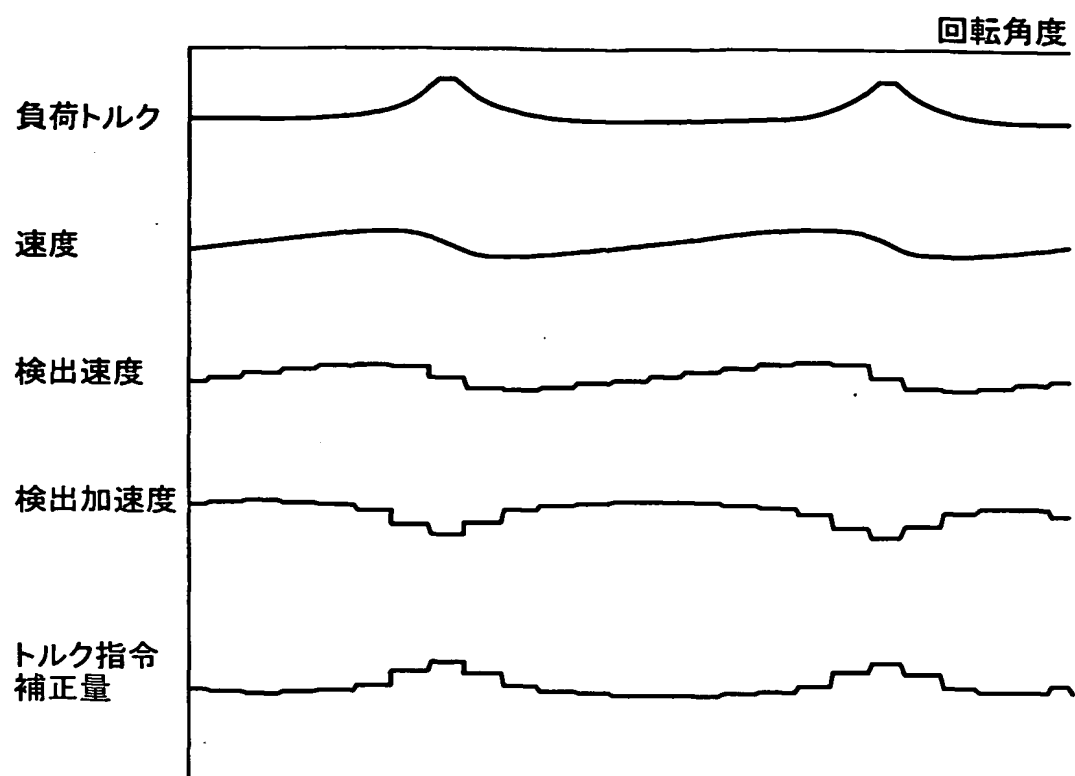


図 2

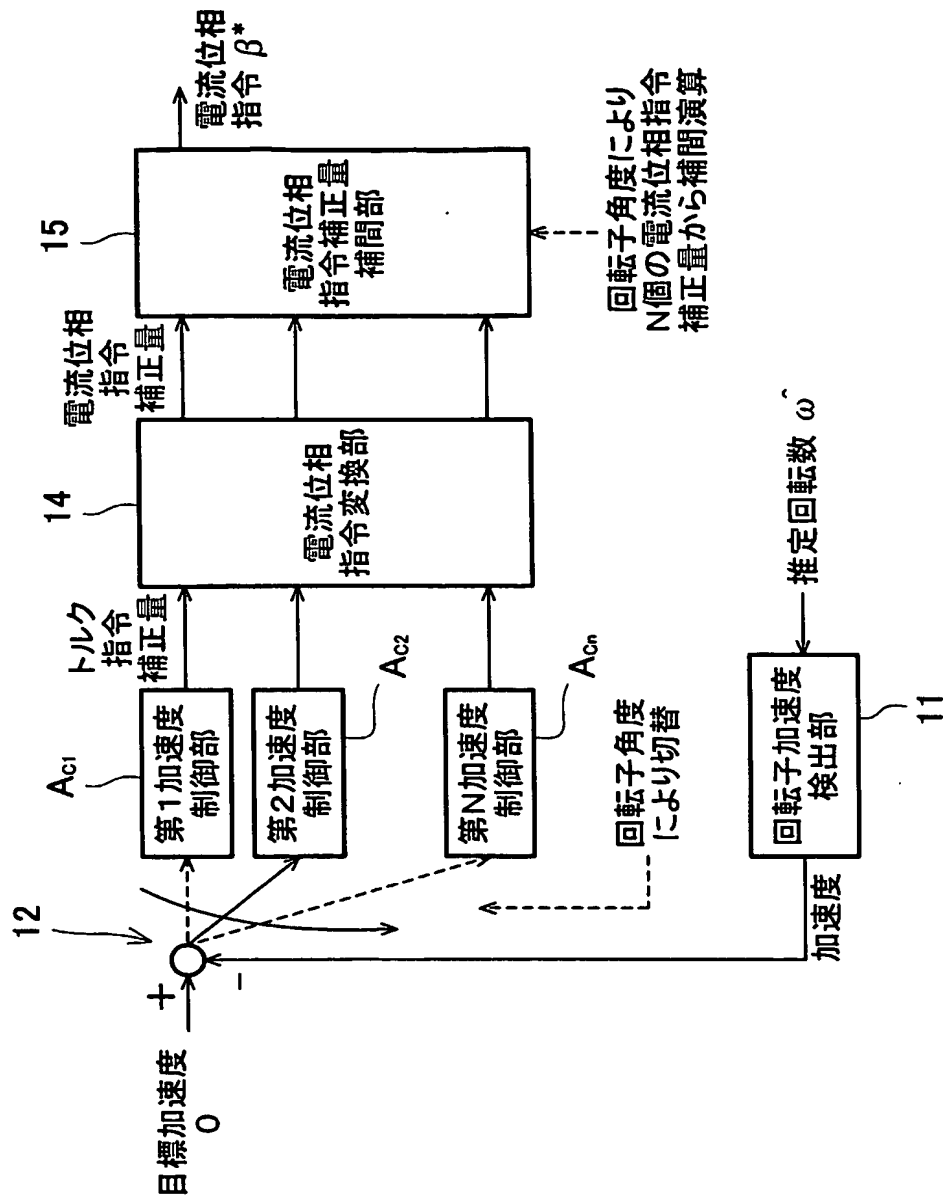


図 3

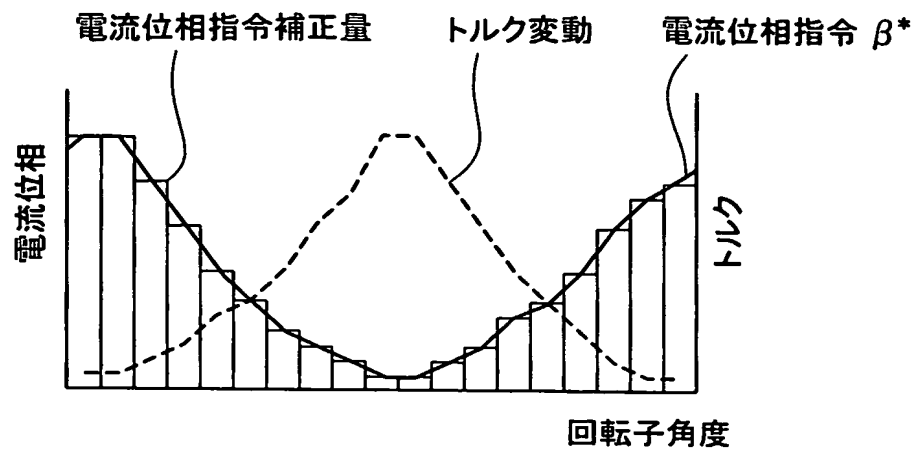


図 4

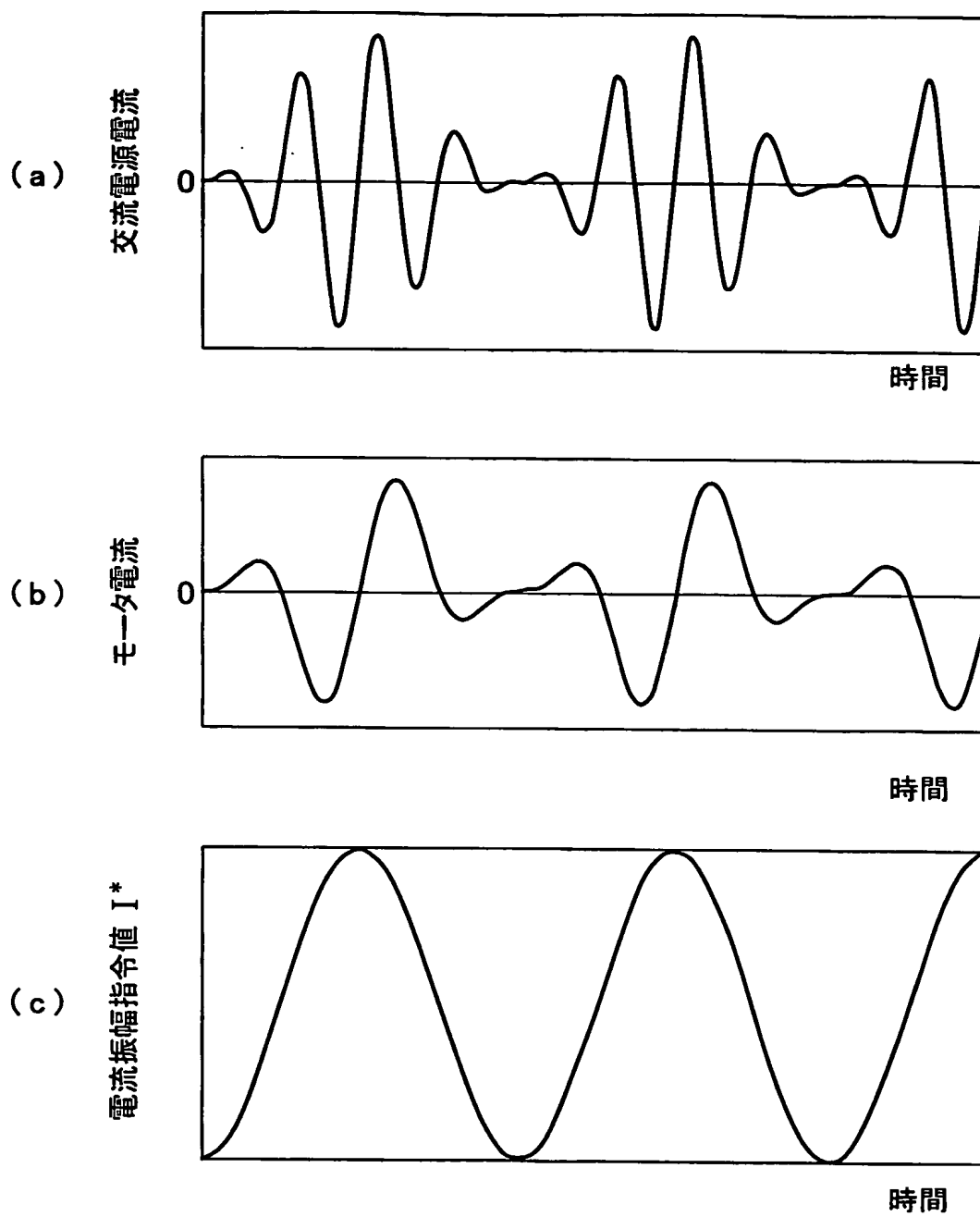


図 5

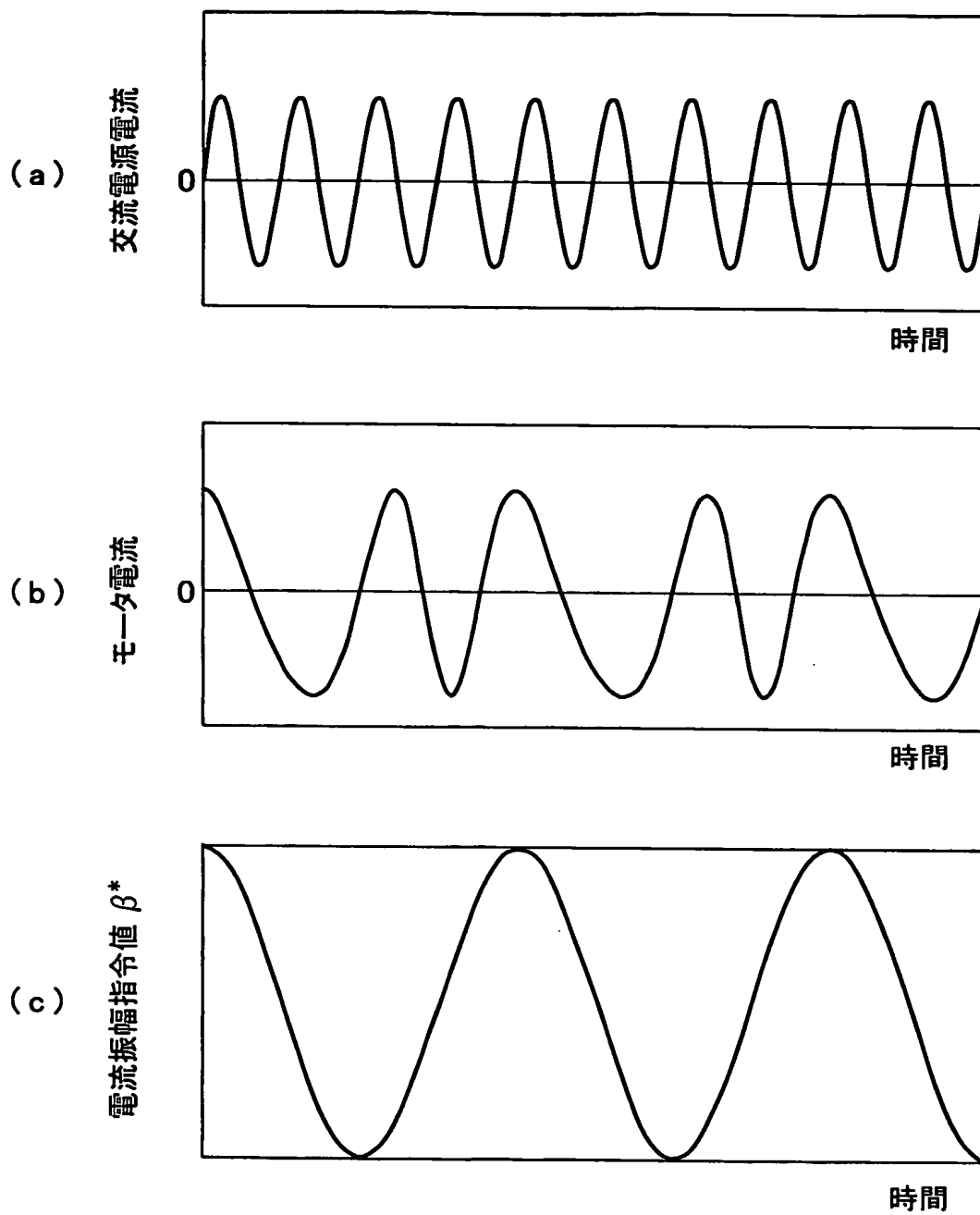


図 6



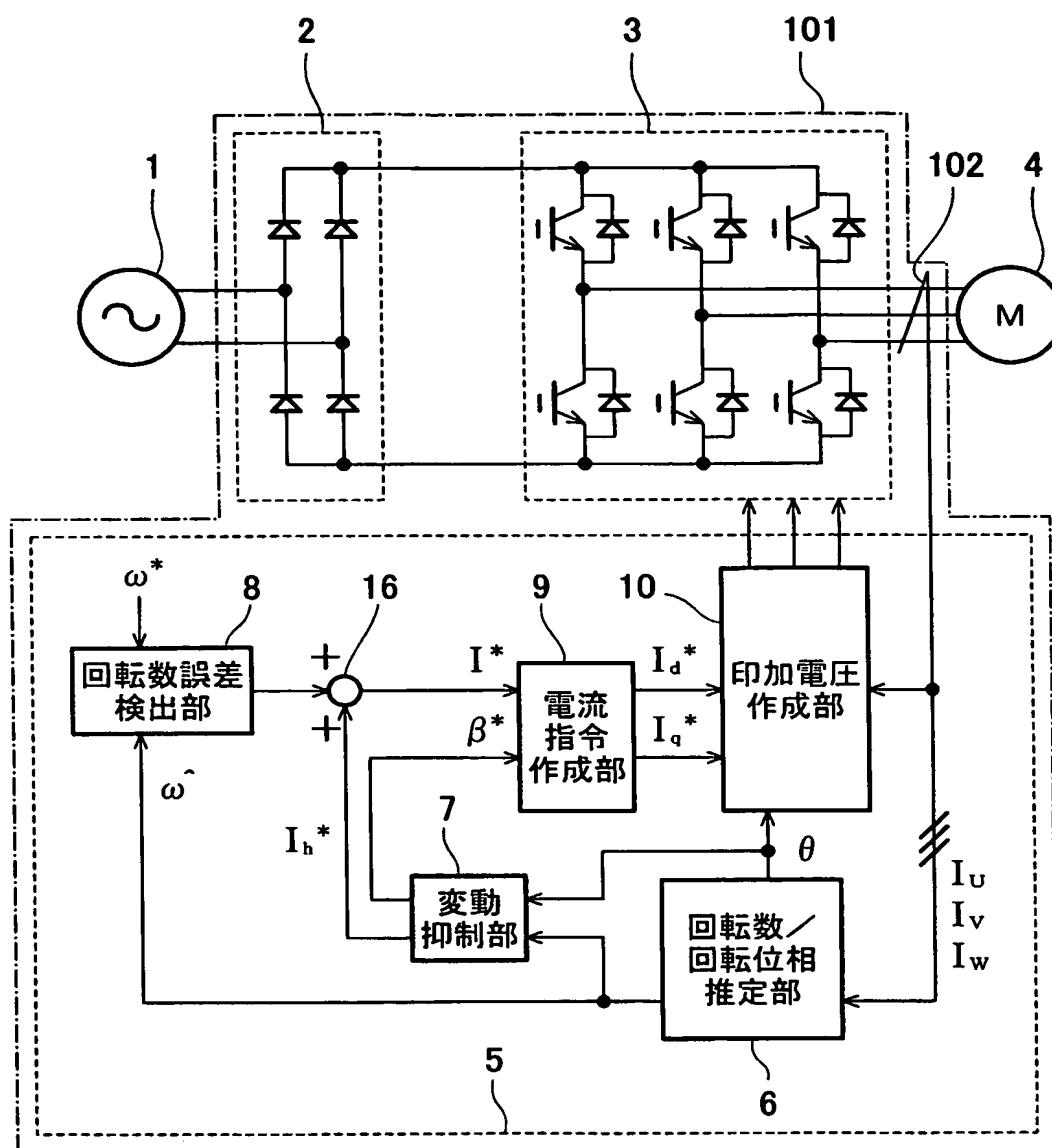


図 7

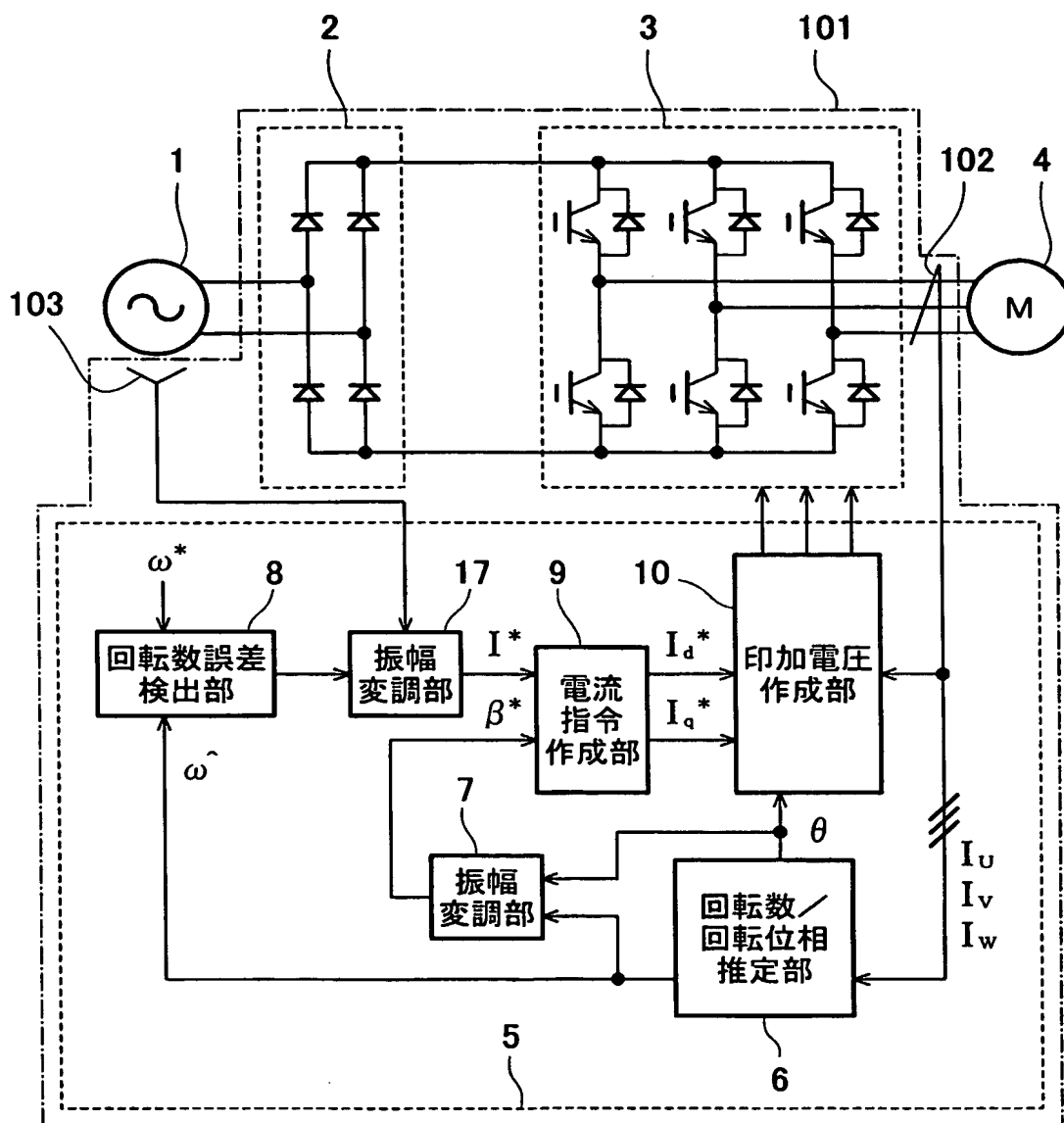
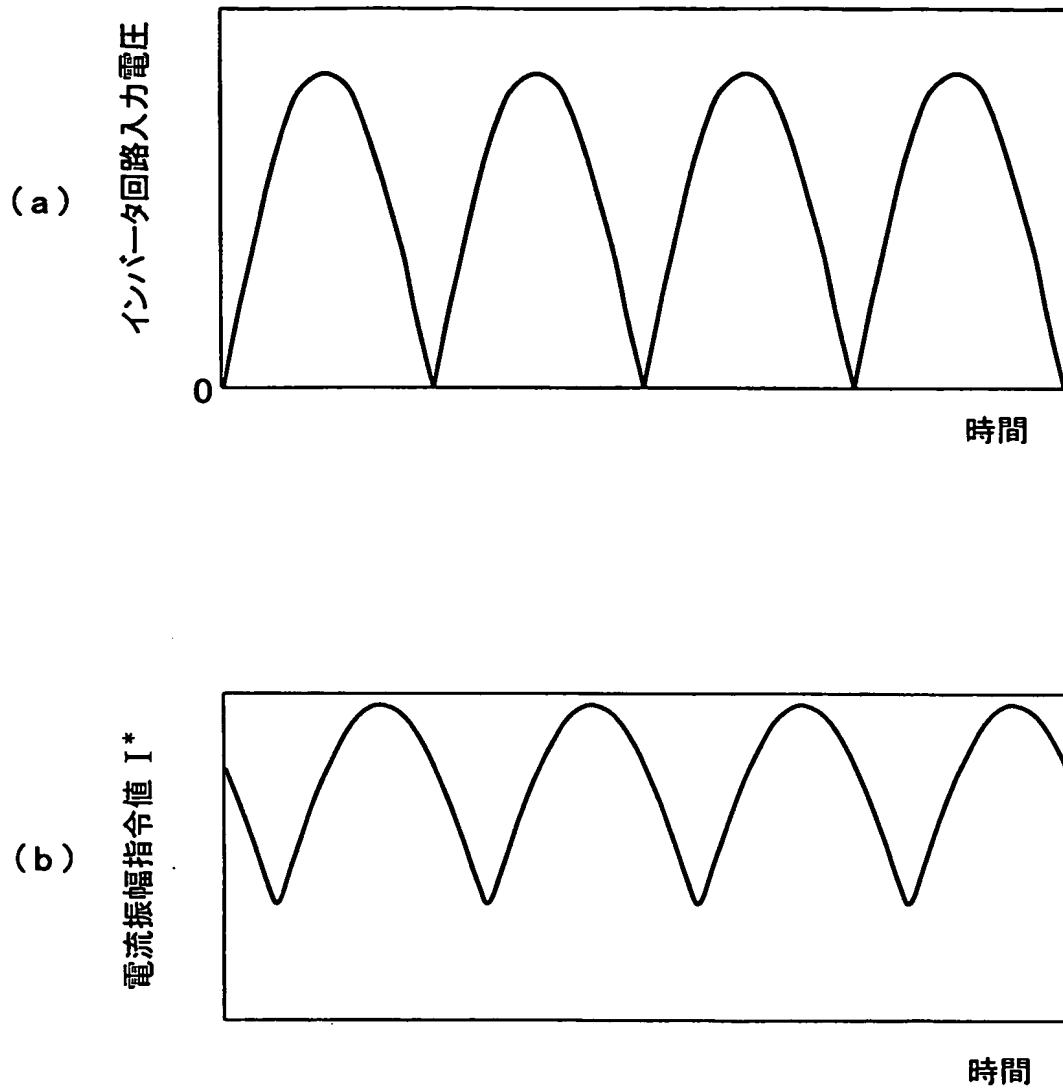


図 8



10/19

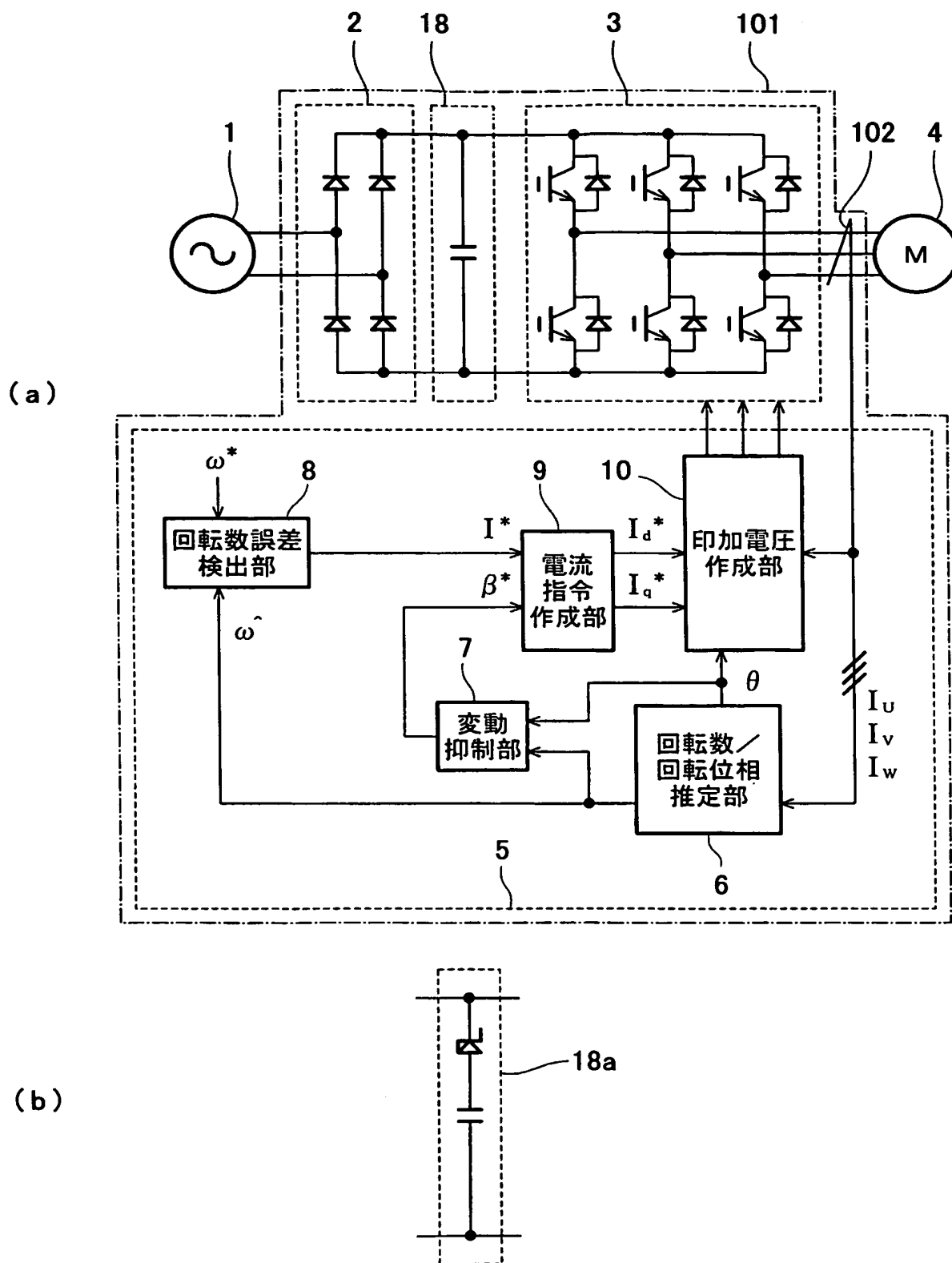


図 10

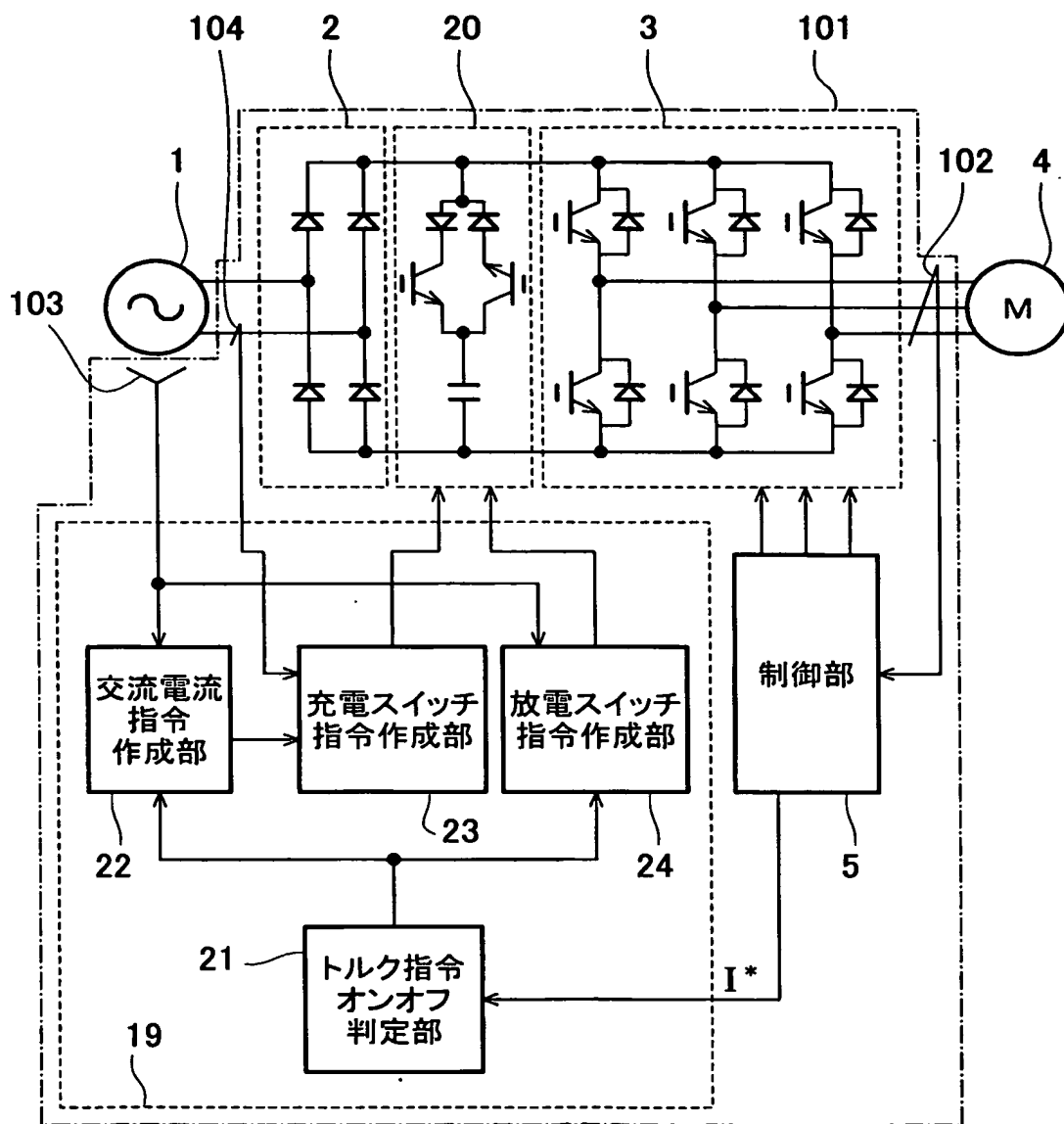


図 11

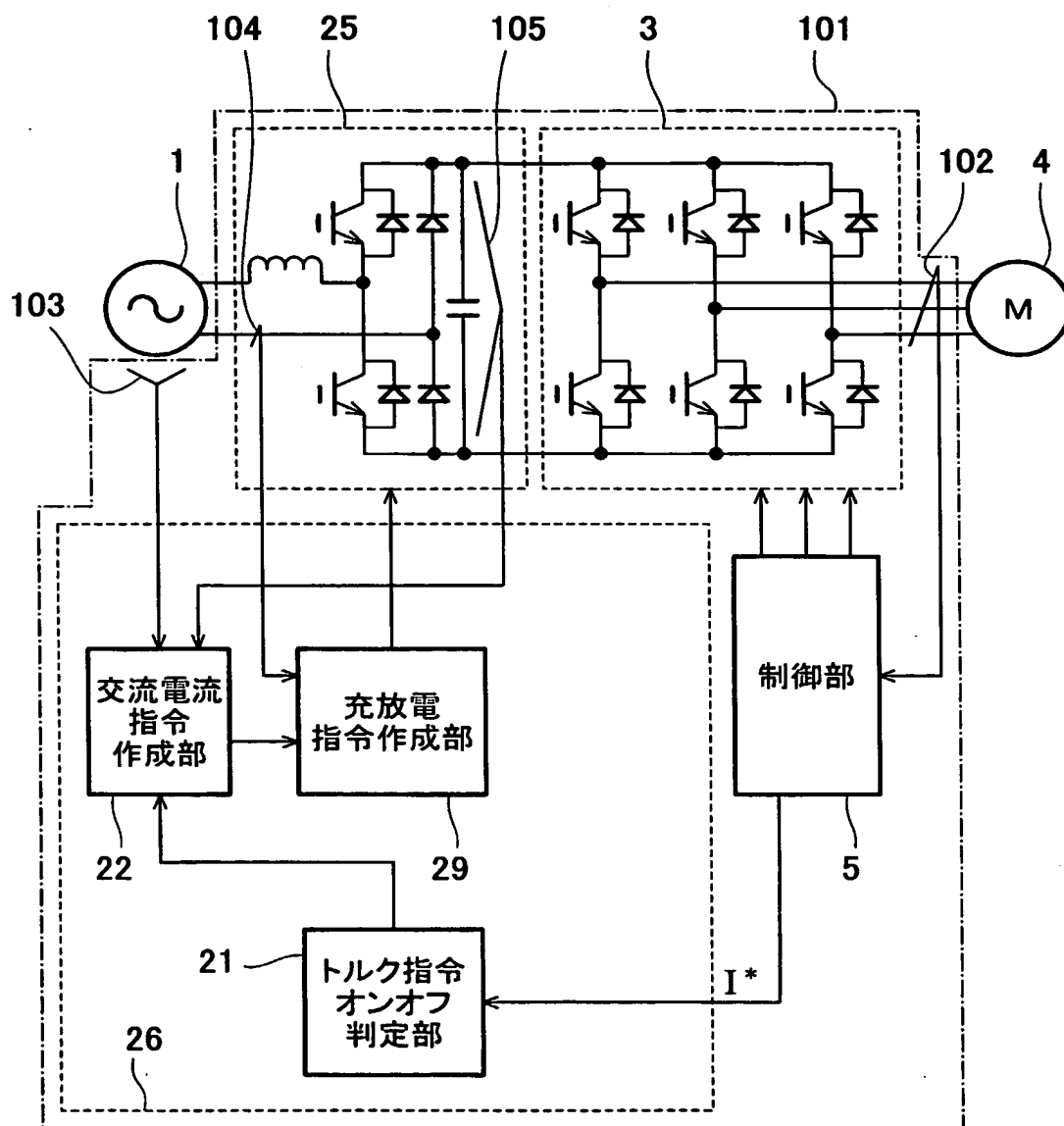
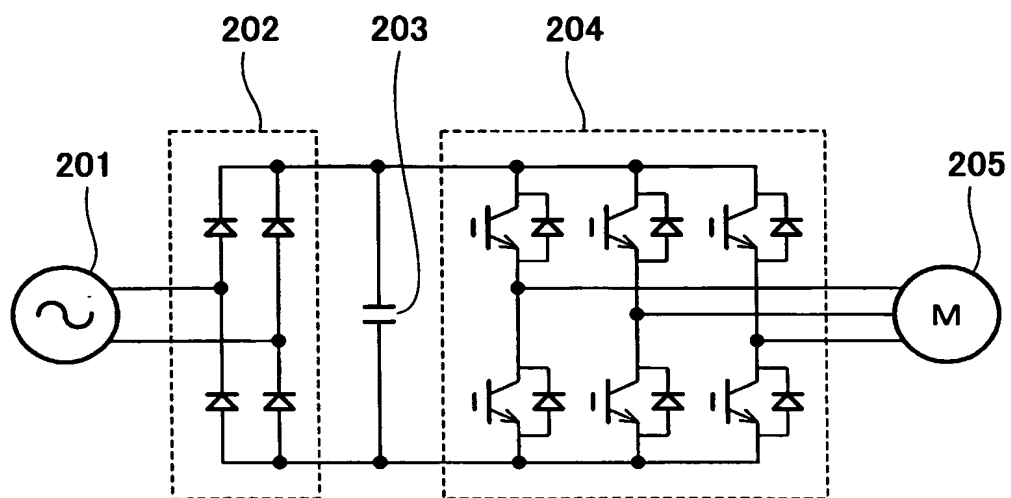
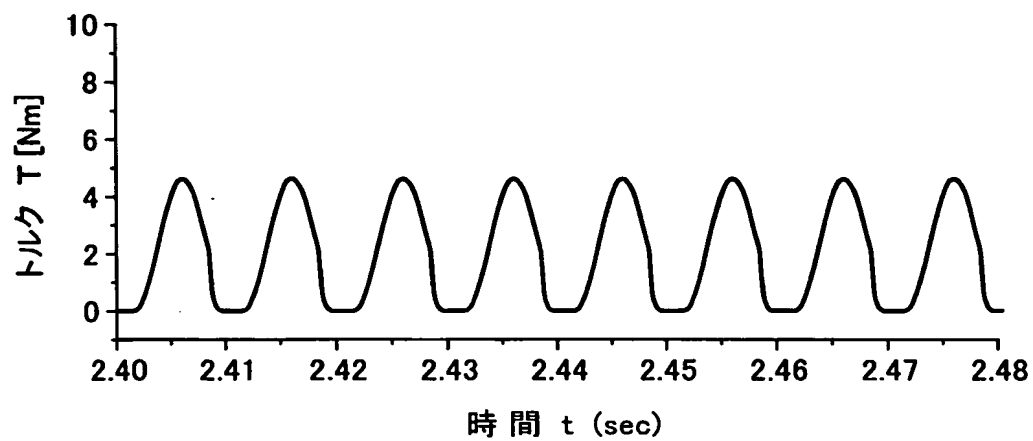
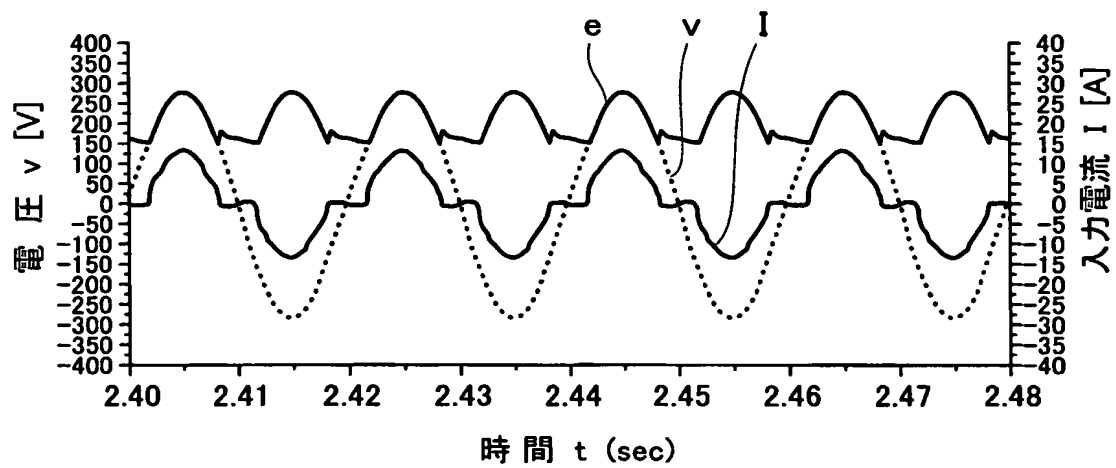


図 12





(a)



(b)



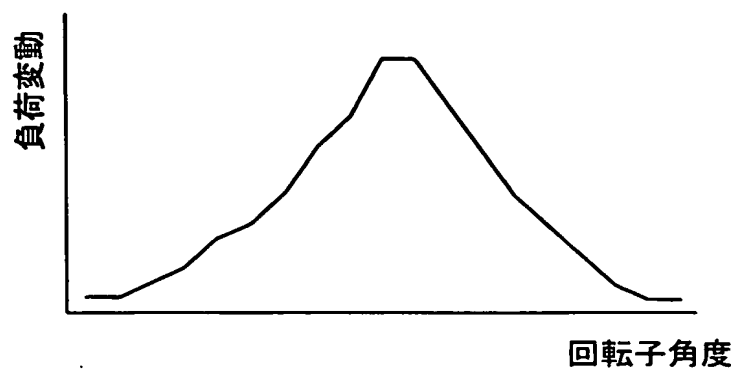
15/  
19

図 15

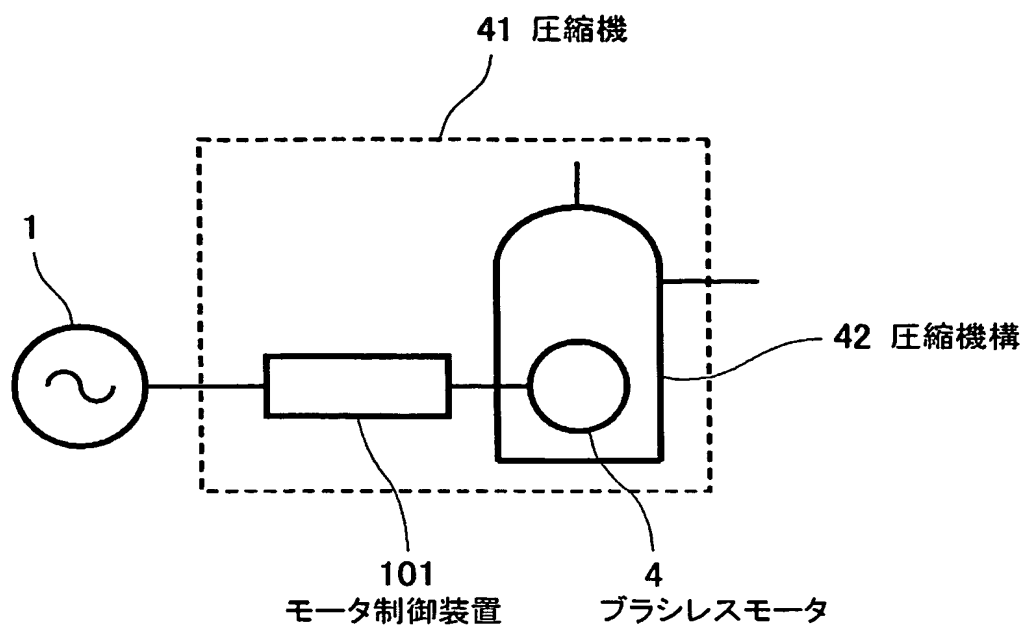


図 16

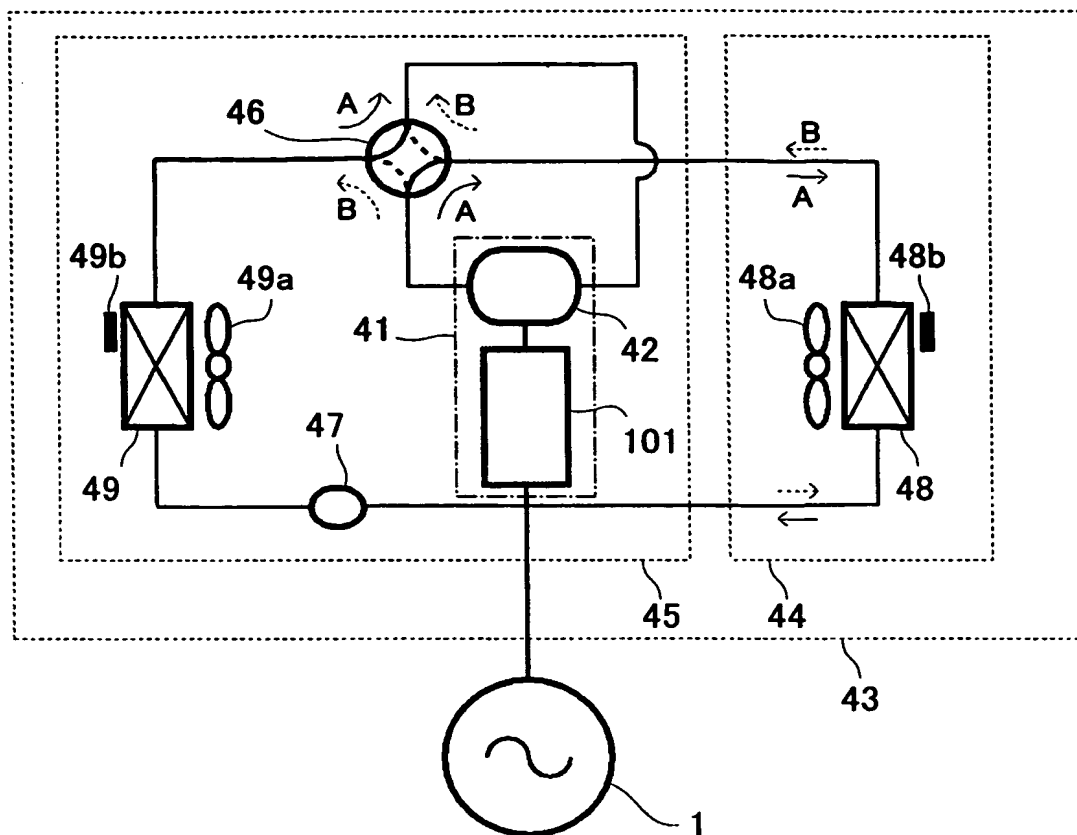
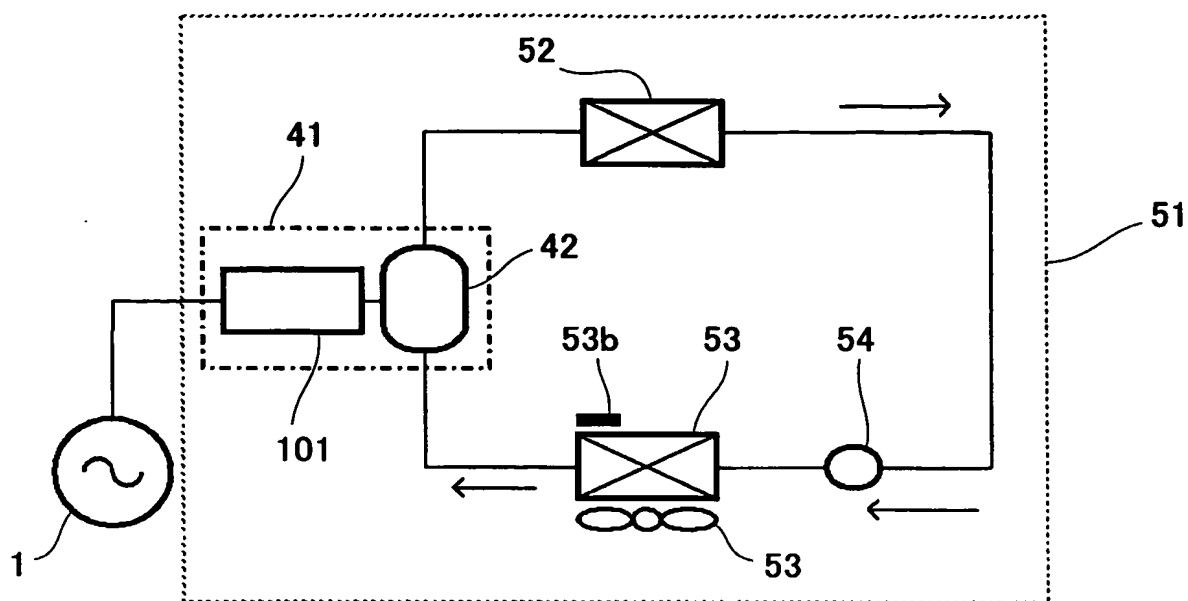


図 17



## 参照符号一覧表

- 1 交流電源
- 2 整流回路
- 3 インバータ回路
- 4 ブラシレスモータ
- 5 制御部
- 6 回転数／回転位相推定部
- 7 変動抑制部
- 8 回転数誤差検出部
- 9 電流指令作成部
- 10 印加電圧作成部
- 11 回転子加速度検出部
- 12 減算器
- 14 電流位相指令変換部
- 15 電流位相指令補正量補間部
- 16 加算部
- 17 振幅変調部
- 18 充放電回路
- 19 充放電回路制御部
- 20 充放電回路
- 21 トルク指令オンオフ判定部
- 22 交流電流指令作成部
- 23 充電スイッチ指令作成部
- 24 放電スイッチ指令作成部
- 25 コンバータ回路
- 26 コンバータ回路制御部
- 29 充放電指令作成部
- 41 圧縮機
- 42 圧縮機構
- 43 空気調和機
- 44 室内機
- 45 室外機
- 46 四方弁
- 47, 54 絞り装置
- 48 室内側熱交換器
- 48 a, 49 a, 53 a 送風機
- 48 b, 49 b, 53 b 温度センサ
- 49 室外側熱交換器
- 51 冷蔵庫
- 52 凝縮器
- 53 冷蔵庫蒸発器
- 101 モータ制御装置
- 102, 104 電流センサ
- 103, 105 電圧センサ
- A c 1 ~ A c n 第1～第n加速度制御部

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005691

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.Cl<sup>7</sup> H02P6/06, F04C29/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H02P6/06-6/20, H02M7/00-7/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-86782 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 30 March, 2001 (30.03.01), (Family: none)	1-12
Y	JP 2002-218789 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 02 August, 2002 (02.08.02), (Family: none)	1-12
Y	JP 2002-95261 A (Toshiba Corp.), 29 March, 2002 (29.03.02), (Family: none)	1-12
A	JP 11-266595 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 28 September, 1999 (28.09.99), (Family: none)	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
20 July, 2004 (20.07.04)

Date of mailing of the international search report  
03 August, 2004 (03.08.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H02P6/06 F04C29/10

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H02P6/06-6/20, H02M7/00-7/40

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-86782 A (松下電器産業株式会社) 30.03.2001 (ファミリーなし)	1-12
Y	JP 2002-218789 A (松下電器産業株式会社) 02.08.2002 (ファミリーなし)	1-12
Y	JP 2002-95261 A (株式会社東芝) 29.03.2002 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 11-266595 A (富士電機株式会社) 28.09.1999 (ファミリーなし)	1-12

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20.07.2004

国際調査報告の発送日 03.8.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

川端 修

3V

3519

電話番号 03-3581-1101 内線 3356